

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE  
PROF. DR. R. RUPPRECHT  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**„Neuronale Korrelate moralischen Urteilens“**

-

**Eine fMRT- Studie**

**Inaugural-Dissertation**  
**zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin**  
**der**  
**Fakultät für Medizin**  
**der Universität Regensburg**

vorgelegt von  
**I n g o I b e l s h ä u s e r**

2016



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE  
PROF. DR. R. RUPPRECHT  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

**„Neuronale Korrelate moralischen Urteilens“**

-

**Eine fMRT- Studie**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg**

vorgelegt von  
**I n g o I b e l s h ä u s e r**

2016

Dekan:

Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. Göran Hajak

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. Wilhelm Schulte-Mattler

Tag der mündlichen Prüfung:

07. April 2017

---

# Inhalt

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Einführung .....</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>2. Theoretischer Hintergrund .....</b>             | <b>5</b>  |
| 2.1 Definition Moral .....                            | 5         |
| 2.2 Phylogenese der Moral.....                        | 6         |
| 2.3 Ontogenese der Moral .....                        | 9         |
| 2.4 Neuronale Korrelate der Moral .....               | 16        |
| 2.4.1 Läsionsstudien .....                            | 17        |
| 2.4.2 Bildgebende Verfahren .....                     | 19        |
| 2.5 Zusammenfassung und Untersuchungshypothesen ..... | 27        |
| <b>3. Methoden.....</b>                               | <b>29</b> |
| 3.1 Stichprobe .....                                  | 29        |
| 3.2 Material .....                                    | 31        |
| 3.2.1 Stimuli.....                                    | 31        |
| 3.2.1.1 Entwicklung der Stimuli.....                  | 31        |
| 3.2.1.2 Verwendete Stimuli .....                      | 32        |
| 3.2.2 Reizdarbietung .....                            | 35        |
| 3.2.3 Datenaufzeichnung .....                         | 35        |
| 3.3 Versuchsablauf.....                               | 36        |
| 3.4 Statistische Analyse .....                        | 38        |
| 3.4.1 Analyse der Verhaltensdaten .....               | 38        |
| 3.4.2 Analyse der fMRT-Daten .....                    | 39        |
| 3.4.2.1 Datenvorverarbeitung .....                    | 39        |
| 3.4.2.2 Datenauswertung .....                         | 40        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4. Ergebnisse .....</b>   | <b>42</b> |
| 4.1 Verhaltensdaten.....   | 42        |
| 4.1.1 Entscheidung bei moralischen Konflikten .....  | 42        |
| 4.1.2. Rating-Daten .....  | 42        |
| 4.2 fMRT-Daten.....  | 44        |
| 4.2.1 Kontrast moralisch > neutral.....  | 44        |
| 4.2.2 Kontraste moralisch > unmoralisch; unmoralisch > moralisch .....   | 47        |
| <b>5. Diskussion.....</b>  | <b>48</b> |
| 5.1. Überprüfung der Hypothesen.....   | 48        |
| 5.2 Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die neuronalen Korrelate<br>moralischen Urteilens im Allgemeinen ..... | 50        |
| 5.3 Diskussion der neuronalen Korrelate moralischen Urteilens im Hinblick<br>auf die beteiligten Einzelprozesse..... | 52        |
| <b>6. Zusammenfassung .....</b>  | <b>60</b> |
| <b>7. Kritik und Ausblick.....</b>   | <b>62</b> |
| <b>8. Literaturverzeichnis .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>9. Abbildungsverzeichnis .....</b>  | <b>74</b> |
| <b>10. Tabellenverzeichnis .....</b>   | <b>75</b> |
| <b>11. Anhang .....</b>  | <b>76</b> |
| <b>Danksagung.....</b>   | <b>82</b> |

## 1. Einführung

Mit dem Zeitpunkt seiner Geburt besitzt der Mensch eine Fülle an Bedürfnissen bezüglich seiner Umwelt. Er strebt nach Luft zum Atmen, Wärme, Nahrung, sozialer Aufmerksamkeit, Lebensraum, Unversehrtheit, Autonomie. Doch seinem Streben nach Erfüllung dieser Bedürfnisse sind auch Umweltfaktoren entgegengerichtet. Manche dieser Umweltfaktoren gelingt es ihm von sich aus zu kontrollieren, andere dagegen kann er nur mit Hilfe anderer Menschen beherrschen. Im selben Maße wie andere Menschen ihm zu Nutze sein können, können sie allerdings auch die Erfüllung seiner Bedürfnisse einschränken - sie streben ebenfalls nach der Erfüllung ihrer Bedürfnisse. Moralische Normen fungieren als Mittel diese ambivalente Beziehung der Menschen zueinander im Sinne einer bestmöglichen Koexistenz, ohne ständige Konflikte und äußere Kontrolle zu regeln. Sie gewährleisten, dass jeder Mensch in größtmöglichem Maße seine Bedürfnisse befriedigen kann, ohne dabei von anderen Menschen mehr als nötig eingeschränkt zu werden oder andere Menschen mehr als nötig einzuschränken. Der Verlauf der Grenzlinie hierbei ist sowohl interkulturell variabel, als auch intrakulturell einem dem Zeitgeist entsprechenden Wandel unterworfen.

War die Beschäftigung mit Moral in der Vergangenheit vor allem eine geisteswissenschaftliche Disziplin insbesondere der Theologie und Philosophie, rückte sie in den letzten Jahrhunderten mit dem Aufkommen der Psychologie und Neurowissenschaft zunehmend in das Interesse der Naturwissenschaften. Die Grundlage dieser Entwicklung ist die, in die Epoche der Aufklärung zurückreichende Ansicht, dass auch kognitive Prozesse in unserem Gehirn physikalischen Gesetzen unterworfen sind (z.B. d' Holbach, 1770/1978) und auf – wenn auch ungeheuer komplexer – Signalverarbeitung durch elektrochemische Verknüpfung von Nervenzellen beruhen. Die Entwicklung von Verfahren mit welchen zerebrale Aktivität gemessen und ihre Lokalisierung dargestellt werden können, gelang mit der Erfindung der Elektroenzephalographie, erst vor einem knappen Jahrhundert (Berger, 1938/1939). Seitdem wurden verschiedene funktionelle Bildgebungstechniken wie Positronen-Emissions-Tomographie (PET), Nahinfrarotspektroskopie und funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) entwickelt. Besonders das Aufkommen der fMRT verhalf der Neurowissenschaft in den letzten Jahrzehnten zu einiger Popularität und führte zur Realisierung einer Vielzahl an Studien, welche sich der zerebralen Bildgebung kognitiver Prozesse widmeten. Im Zuge dessen beschäftigten sich bereits

einige Forschungsgruppen mit den neuronalen Korrelaten moralischen Urteilens und postulierten hierfür aufgrund ihrer Ergebnisse ein fronto-temporo-parietales Netzwerk von Gehirnarealen (Greene & Haidt, 2002).

Bei dezidiertem Betrachtung dieser Studien fällt auf, dass dort Stimulusmaterial eingesetzt wurde, welches auch direkte körperliche Gewalt und andere illegale Handlungen enthielt (vgl. Greene, Sommerville, Nystrom, Darley & Cohen, 2001; Moll et al., 2002b). Eine Beeinflussung der Ergebnisse durch starke Emotionen, welche von solchen Szenen direkter körperlicher Gewalt möglicherweise hervorgerufen werden, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Überdies kamen in diesen Studien oft komplexe moralphilosophische Dilemmata zur Anwendung, in welchen eine Entscheidung zwischen zwei moralisch verwerflichen Handlungsalternativen verlangt war. Moralische Dilemmata stellen unserer Ansicht nach allerdings einen sehr seltenen Sonderfall moralischen Urteilens dar, während im alltäglichen Gebrauch Konflikte zwischen persönlichen Bedürfnissen und moralischen Geboten die weitaus größere Rolle spielen dürften.

Das Paradigma der vorliegenden Studie soll daher moralisches Urteilen in einfachen, von direkter körperlicher Gewalt freien, legalen Alltagssituationen untersuchen, in denen ein persönliches Bedürfnis mit einer moralischen Norm kollidiert.

Im Folgenden soll nun zunächst im Rahmen des theoretischen Hintergrundes der Moralbegriff definiert werden. Hierauf sollen die Grundlagen der Phylogenese und besonders der Ontogenese moralischen Verhaltens erörtert werden. Sodann werden Studiendesigns und Befunde bisheriger Studien zu neuronalen Korrelaten moralischen Urteilens untergliedert in Läsionsstudien und Bildgebende Studien vorgestellt. Das Kapitel endet mit einer Zusammenfassung und der Formulierung der Untersuchungshypothesen. Im darauf folgenden Abschnitt werden die in dieser Arbeit angewandten Methoden untergliedert in die Entwicklung der Stimuli, die experimentelle Vorgehensweise sowie die Datenanalyse erläutert. Daran anschließend erfolgt die Darstellung der Auswertung der Verhaltensdaten und der Ergebnisse der fMRT Messung. Zuletzt werden die Ergebnisse gegenüber den Hypothesen und den bisherigen Befunden anderer Studien diskutiert und hinsichtlich der postulierten Subprozesse moralischen Urteilens interpretiert. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung, sowie Kritik und Ausblick auf mögliche Fragestellungen zukünftiger Untersuchungen.



## 2. Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Definition Moral

Der Begriff „Moral“ leitet sich vom lateinischen *mos*: Sitte, Gewohnheit, Charakter, (guter) Wille ab. Diese Bedeutungen enthalten zwei gegenwärtige wissenschaftliche Betrachtungsweisen. Sitte, Gewohnheit und Charakter entsprechen dem empirisch deskriptiven Moralverständnis. Moral wird hier als „Gesamtheit der sozial repräsentierten und im Persönlichkeitssystem der Individuen verankerten regelbezogenen Handlungsorientierungen und wechselseitigen Verhaltenserwartungen oder als eine näher bestimmte Teilklasse“ derselben definiert (Werner, 2006). Dabei wird keine Wertung vorgenommen, gleichwohl ob diese selbstbestimmt oder heteronom, rationalen oder intuitiven Ursprungs sind. Die Bedeutung (guter) Wille hingegen steht für den normativen beziehungsweise präskriptiven Moralbegriff. Die Fähigkeit das moralisch Gute zu erkennen und entsprechend zu handeln ist dieser Theorie nach dem zum rationalen Denken fähigen Menschen angeboren. Die normative Moral entspricht der Gesamtheit der Handlungsrichtlinien, welche ein Mensch unter bestimmten Voraussetzungen erkennt und anwendet (Gert, 2005). Angesichts der Wertepluralität einer multikulturellen Gesellschaft erscheint die inhaltliche Charakterisierung, welche der präskriptive Moralbegriff verlangt problematisch. In der folgenden Arbeit soll daher von einem deskriptiven Standpunkt aus argumentiert werden.

Moralische Handlungsrichtlinien lassen sich aus einer (post)modernen Perspektive von religiösen, rechtlichen und gesellschaftlich-konventionellen Normen abgrenzen (Raiser, 2007). Religiöse Normen erheben ihren Geltungsanspruch im Gegensatz zu moralischen aus der Autorität eines postulierten göttlichen Wesens. Sie können mit moralischen Normen identisch sein, beinhalten jedoch auch Handlungsanweisungen die sich auf das Verhalten gegenüber der jeweiligen Gottheit (Verehrungsrituale) oder Andersgläubigen (Missionierung) beziehen und sind nur für Angehörige der entsprechenden Religion verbindlich (Nunner- Winkler, 2006).

Rechtliche Normen leiten sich aus der in der Gesellschaft vorherrschenden Moral ab. Sie sind jedoch in einem für die jeweilige Gesellschaft gültigen Gesetzkatalog festgelegt, welcher auch Sanktionen definiert um die Einhaltung dieser Gesetze zu gewährleisten (Raiser, 2007).

Die Trennlinie zwischen moralischen und konventionellen Normen ist im Gegensatz zu den beiden erstgenannten Entitäten unscharf und wird von manchen Autoren in Frage gestellt (Haidt & Joseph, 2007). Der Unterschied besteht hier lediglich in der Mittelbarkeit der bei Übertretung der Handlungsanweisung resultierenden Schädigung des anderen Individuums. Während die Missachtung einer moralischen Norm in sich schädigend ist (Mord, Diebstahl), beruht die Schädigung bei Konventionsverstößen auf einer kulturspezifischen Interpretation. So kann beispielsweise die Missachtung der Kleiderordnung oder des Begrüßungsrituals zu einer Kränkung oder gesellschaftlichen Abwertung des anderen Individuums führen (Turiel, 1983).

## 2.2 Phylogenese der Moral

Die Entwicklung der Moralkodizes verschiedener Völker im Altertum verlief aufgrund eingeschränkter Kommunikationsmöglichkeiten und Migration, sowie der häufigen Bindung an eine regionale Religion, weitgehend unabhängig, sodass eine Vielzahl an ethischen Strömungen entstand. Auch in der Neuzeit kam es nicht zu einer Synthese der Moralvorstellungen, was die Normenheterogenität selbst innerhalb eines Kulturkreises unterstreicht. Da es nun *die* (eine) Moral des Menschen offensichtlich nicht gibt, ist auch eine klassische Abhandlung der „Phylogenese der Moral“ im verhaltensbiologischen Sinn nicht möglich. Im Folgenden soll daher die Grundlage der Existenz moralischer Verhaltensweisen im Allgemeinen aus einer phylogenetischen Perspektive beleuchtet werden.

Warum kam es zur Entwicklung moralischer Verhaltensweisen? Hierzu findet man bereits in der christlichen Schöpfungsgeschichte eine interessante These: in der Bibel beginnt die Menschheitsgeschichte mit der Entstehung des Bewusstseins des Menschen über „Gut und Böse“ (Werner, 2006). Das Bewusstsein entbindet vom tierischen Instinkt und ermöglicht es frei, das heißt auch entgegen der eigenen Triebe und Emotionen zu entscheiden (Gehlen, 1986). Gepaart mit Handlungsfreiheit und Vernunft wird die Möglichkeit jedoch zur gesellschaftlichen Pflicht. Denn die Fähigkeiten zur Reflexion und Erinnerung ermöglicht es das Handeln des Menschen, welches, da er in sozialen Gemeinschaften lebt, immer auch Interaktion mit anderen Menschen beinhaltet, in einem zeitlich kohärenten, und kausalen Zusammenhang wahrzunehmen und macht ihn somit verantwortlich (Allott, 1991). Moralische Normen gestatten nun

die Koexistenz der Menschen in Sozialverbänden indem sie die, mit dem Verlust des instinktiven Handelns verloren gegangene Erwartungsstabilität hinsichtlich des zukünftigen Verhaltens anderer Gruppenmitglieder wiederherstellen und ihm Sicherheit vor schädigendem Verhalten geben (Werner, 2006). Somit machen Bewusstsein, Vernunft, Entscheidungs- und Handlungsfreiheit Moral nötig, sind aber gleichzeitig auch ihre Voraussetzung. Sind diese Prämissen nämlich nicht erfüllt, machen wir den Akteur für seine Tat beziehungsweise Unterlassung nicht verantwortlich und hegen keine moralischen Gefühle wie Entrüstung gegen ihn (Montada, 2008). Dieser Tatsache wird auch in unserem Rechtssystem, vgl. §§ 20; 21 StGB zur Schuldfähigkeit, Rechnung getragen.

Die erwähnten Voraussetzungen moralischen Handelns verlangen noch eine genauere Differenzierung. Insbesondere der Fähigkeit zur Vernunft wird im Allgemeinen eine zentrale Bedeutung in moralischem Urteilen zugesprochen. Hiermit ist nicht nur die Ratio im Sinne von klugem, logischem Denken gemeint, sondern auch kognitive Fähigkeiten wie Perspektivenübernahme, Theory of Mind (ToM), die Bildung von Präferenzen zweiter Ordnung (second order desires) sowie Impulsinhibition (Nunner-Winkler, 1993). Der Fähigkeit zur sprachlichen Kommunikation wird ebenfalls eine herausragende Bedeutung zugemessen (Allott, 1989).

In letzter Zeit wurde die Fähigkeit zur Emotionsperzeption und Empathie als Voraussetzung für moralisches Handeln betont (Haidt, 2007). Die Beziehung der Emotion zur Moral ist jedoch ambivalent, denn sie kann einerseits Motivation für moralisches Handeln sein (s.u.: Nunner-Winkler, 1996; Hoffmann, 2000), aber andererseits moralisches Urteilen zu ihrer Kontrolle notwendig machen (Allott, 1991). Ferner lassen sich Emotion und Kognition nicht so leicht trennen, wie dies auf den ersten Blick scheinen mag: abgesehen von wenigen „reinen“ Gefühlen wie Schmerz und Orgasmen, setzen die Mehrzahl der Emotionen und besonders die moralisch relevanten wie Mitgefühl, Scham, Schuld, Empörung und moralischer Stolz eine kognitive Interpretation der Situation voraus (Greve, 2007).

Wie die meisten dieser Fähigkeiten als genuin menschliche angesehen werden, so wird auch Moral im Allgemeinen als spezifisch menschliches Attribut betrachtet, obschon einige Evolutionspsychologen (Hauser, 2006; De Waal, 2006) auch bei manchen Primaten eine „Minimalmoral“ postulieren.

Mit der Veröffentlichung Darwins Evolutionstheorie über die Entstehung der Arten durch (natürliche) Selektion (Darwin, 1871/1998) versuchte man die Genese

menschlichen Verhaltens überdies im Hinblick auf Evolutionsprinzipien zu analysieren. In einem naturalistischen Fehlschluss wurde die Evolutionstheorie allerdings bald von den Nationalsozialisten als sog. Sozialdarwinismus (Metzler, 2008) zu missbrauchen versucht um ideologische Herrschaftsinteressen durchzusetzen und einen beispiellosen Völkermord zu rechtfertigen. Dies betont die Wichtigkeit als Wissenschaftler eine strikt deskriptive Perspektive einzunehmen und auf normative Bewertungen zu verzichten.

Betrachtet man nun moralisches Verhalten – im Sinne von Verzicht auf eigene Interessen um andere Menschen nicht zu schädigen sowie altruistischer Unterstützung des Anderen in einer Notlage – so kann man ein solches Verhalten gegenüber eigenen Nachkommen und Verwandten gut mit der Evolutionstheorie begründen. Gegenüber fremden Menschen leuchtet der evolutionäre Vorteil dieses Verhaltens im Hinblick auf das Überleben des moralisch handelnden Menschen und seine Reproduktion jedoch nicht unmittelbar ein. Dawkins (1976) erklärte mit seiner These des egoistischen Gens den Vorteil moralischen Verhaltens gegenüber der Gruppe, in welcher ein Mensch lebt, mit dem Anteil gemeinsamer Gene, die eher in die nächste Generation gerettet werden. Demgegenüber wies Trivers (1971) darauf hin, dass altruistisches Verhalten auch bei nicht nahe Verwandten durch das Prinzip der direkten Reziprozität evolutionär erklärt werden kann. Hierzu ist allerdings eine hohe Wahrscheinlichkeit einer erneuten Begegnung der Beteiligten vorauszusetzen. Doch auch wenn man ausschließt, dass sich die Beteiligten jemals wieder begegnen, behaupten Nowak und Sigmund (2005), kann moralisches Verhalten evolutionär vorteilhaft, das heißt im Vergleich zu egoistischem, freundschaftlichem Verhalten erfolgreicher sein. Anders als bei den meisten Tieren ist in menschlichen Gemeinschaften, durch die Fähigkeit zur sprachlichen Kommunikation auch indirekte Reziprozität möglich. Durch Weitergabe von Information über beobachtetes oder erfahrenes moralisches oder unmoralisches Verhalten könne, so ihre These, „Sozialprestige“ entstehen, welches sich in Zukunft möglicherweise wieder auf den Akteur und seine Reproduktionschancen auswirkt.

Mögliche Erklärungsansätze für die Existenz von Moral wurden in obigem Abschnitt vorgestellt. Theorien über die Aneignung moralischer Verhaltensweisen in der menschlichen Individualentwicklung sollen im folgenden Kapitel beleuchtet werden.

## 2.3 Ontogenese der Moral

Die Individualentwicklung moralischen Verhaltens stellt ein Kernthema aller großen Psychologischen Strömungen dar. Die wichtigsten Ansätze aus Behaviorismus und Lerntheorie, Psychoanalytischer Theorie, Bindungstheorie sowie Kognitionstheorie und Intuitionismus sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Aus Sicht des Behaviorismus (Thorndike, 1874 – 1949; Pawlow, 1849 – 1936; Skinner, 1904 – 1990) kommt es im Rahmen des Sozialisationsprozesses durch das Umfeld, das heißt in erster Linie die Eltern und wichtige Bezugspersonen, Lehrer oder die Peergroup zur Konditionierung moralischer Verhaltensweisen des Kindes (Montada, 2008). Normentsprechendes Verhalten wird vom Erzieher belohnt und tritt dadurch häufiger auf, normwidriges Verhalten wird durch Belohnungsentzug beziehungsweise Bestrafung sanktioniert und tritt dadurch seltener auf; der Mechanismus entspricht der operanten Konditionierung (Edelmann, 2000). Die Internalisierung von Normen, also die Einhaltung einer Norm auch ohne externe Kontrolle, kann dagegen mit klassischer Konditionierung erklärt werden (Berk, 2011). Lob und Belohnung lösen positive Gefühle aus - Tadel, Bestrafung und Belohnungsentzug negative. Durch enge zeitliche Korrelation von Reiz und Verstärkung sowie lediglich intermittierende Verstärkung folgen, nach einer Lernphase, entsprechendem Verhalten auch ohne Belohnung oder Bestrafung positive beziehungsweise negative Gefühle. Normkonformes Verhalten wird somit intrinsisch belohnend, normabweichendes Verhalten wird innerlich negativ belegt, woraus sich eine interindividuell unterschiedlich stabile Extinktionsresistenz ergibt (Bandura, 1969; Keller, 2005; Montada, 2008). Wollte man nun moralisches Urteilen ausschließlich auf konditionierte Automatismen zurückführen, spräche man dem Menschen freilich die Fähigkeit ab rationale, freie Entscheidungen zu treffen und würde so den Moralbegriff überflüssig machen (s.o.). Der Stellenwert des behavioristischen Ansatzes liegt daher vor allem in einer Vereinfachung des täglichen Lebens in Standardsituationen. Ein gewisser Bewertungs- und Handlungsautomatismus ist im alltäglichen Handeln durchaus von Vorteil, denn er entlastet davon permanent neue Entscheidungen über Normen treffen zu müssen. Solange die kritische Reflexion von Normen möglich ist, um im Abgleich mit dem Selbstkonzept Änderungen vorzunehmen, ist der Behaviorismus mit Autonomie vereinbar (Montada, 1994).

Ein weiterer Lerntheoretischer Ansatz, das „Lernen am Modell“ (Bandura, 1976), erklärt die Aneignung moralischer Normen durch Nachahmung einer machtvollen Person. Deren Macht besteht beispielsweise in Sozialstatus, Verfügungsgewalt über Ressourcen, sachlicher Kompetenz, Gewährung von Sicherheit und Liebe oder erotischer Attraktivität (Montada, 1994). Ferner kann auch die Wahrnehmung von Ähnlichkeit im Selbstkonzept zwischen Subjekt und Modell als Antrieb der Nachahmung zugrunde gelegt werden, wobei sich die Ähnlichkeit z.B. auf ethnische, geschlechtliche, altersgruppenspezifische, religiöse, berufliche oder politische Zugehörigkeit bezieht (Montada, 1994).

Seine Ursprünge hat dieser Lerntheoretische Ansatz in der Psychoanalytischen Theorie. Nach Freud (1923/1969) entwickelt ein Kind sein moralisches Selbstkonzept in der erfolgreichen Lösung der "ödipalen Krise". Durch den erzwungenen Triebverzicht gegenüber dem gegengeschlechtlichen Elternteil kommt es zur Identifikation mit dem konkurrierenden Elternteil und zur Übernahme dessen Wertvorstellungen in das sog. "Über-Ich" (Identifikation mit dem Aggressor) (Hopf & Nunner-Winkler, 2007). Als eine weitere, von ihm jedoch für weniger bedeutsam gehaltene Möglichkeit Normen in das Über-Ich zu integrieren sieht Freud die Identifikation nach Trennung von einer geliebten Person, welche dadurch weiterhin innerlich präsent bleibt (Montada, 1994). Spätere psychoanalytische Ansätze entfernen sich immer weiter von der Theorie der Überwindung des Ödipuskomplexes, denn auch schon in der prä-ödipalen Phase können Kinder bei Regelübertretungen Schuldgefühle zeigen, wie auch Kinder welche die ödipale Krise nicht erfolgreich gelöst haben (Hopf & Nunner-Winkler, 2007).

Mit Parsons (1952/1968), welcher die frühe emotionale Beziehung von Kindern zu ihren Müttern in der prä-ödipalen Phase als wichtiger für die Internalisierung der elterlichen Normen erachtete, richtete die Forschung den Fokus immer mehr auf die frühen Bindungen in der Entwicklungsgeschichte. Die Bereitschaft des Kleinkindes elterliche Anforderungen umzusetzen, führt die Bindungstheorie auf die angeborene Prädisposition zu starken emotionalen Bindungen zu wenigen nahe stehenden Personen, welche ihre primären Bedürfnisse erfüllen (besonders die Mutter-Kind-Beziehung) und die Qualität dieser Bindungen zurück (Nunner-Winkler, 1996). Allerdings beschränken Kritiker den Geltungsbereich dieser Theorie auf die Kindheit, denn der erwachsene moralisch handelnde Mensch wurde im Laufe seiner Adoleszenz überdies auch von vielfältigen anderen Einflüssen geprägt (Hopf & Nunner-Winkler, 2007).

Einen im Vergleich zu den drei bisher vorgestellten Theorien radikal anderen Ansatz verfolgten Piaget und später Kohlberg mit ihrer kognitiven Theorie der Moralentwicklung. Sie sahen nicht moralische Gefühle oder Triebe, denen der Mensch passiv ergeben ist, sondern aktives rationales Denken und Einsicht als den Antrieb der Entwicklung moralischer Werthaltungen an (Keller, 2005).

Piaget (1932/1973) untersuchte die Argumentation von Kindern und Jugendlichen mit Hilfe von Fragen zur Änderbarkeit von Spielregeln, zur (Verteilungs-)Gerechtigkeit und zur Bestrafung von Vergehen. Er unterschied hinsichtlich der moralischen Entwicklung zwei Stadien: Die kindliche Moral, welche er als egozentrisch, subjektiv und heteronom charakterisierte, wobei sich Regeln und Strafen auf die Autorität der Eltern/Erwachsenen gründeten und absolut gültig seien. Und die Moral des Heranwachsenden, beruhend auf der Fähigkeit zur wechselseitigen Perspektivenübernahme, welche zur autonomen Aufstellung von Regeln nach den Prinzipien von Gleichheit und Reziprozität führe. Diese Entwicklung vollziehe sich durch die Erfahrung der autoritätsunabhängigen Geltung und Verhandelbarkeit von Regeln in egalitären Beziehungen zu Gleichaltrigen (Keller, 2005).

Kohlbergs Stufentheorie der moralischen Entwicklung (Kohlberg, 1969) baut auf Piagets Modell auf, unterteilt die Ontogenese jedoch in sechs qualitativ verschiedene, überkulturelle Stadien irreversibler Sequenz, welche sich in der zunehmenden Erweiterung der Perspektive vom Egozentrismus zu einer universalistischen Betrachtungsweise der Interessenberücksichtigung auszeichnen (Montada, 1995). In Kantscher Tradition ging er davon aus, dass sich die Entwicklung zu einer höheren Stufe allein durch Vernunftkenntnis, zum Beispiel im Nachdenken über hypothetische moralische Dilemmata, in denen zwischen zwei konfligierenden moralischen Normen entschieden werden muss, vollziehe. Solche Dilemmata benutzte er auch in seinen Studien zur Moralentwicklung, wobei er versuchte eine außermoralische Perspektive einzunehmen, indem er den Fokus seines Forschungsinteresses nicht auf die Normen an sich, sondern auf deren Begründungsmodus richtete (Keller, 2005). Das am häufigsten zitierte Dilemma, das sog. Heinz-Dilemma (freie Übersetzung nach Kohlberg, 1981) soll kurz vorgestellt werden:

*Eine an einem letalen Tumor erkrankte Frau kann nach Ansicht ihrer Ärzte nur durch ein spezielles neues Medikament gerettet werden. Die Herstellung dieses Medikaments ist teuer, zudem verlangt der Apotheker einen um ein Vielfaches der Herstellungskosten höheren Preis. Heinz, der Ehemann der erkrankten Frau versuchte von allen Bekannten das nötige Geld zu leihen, konnte jedoch nur die Hälfte des geforderten Betrages aufbringen. Als Verhandlungen mit dem Apotheker mit der Bitte den Restbetrag zu einem späteren Zeitpunkt zu bezahlen erfolglos verlaufen, stiehlt Heinz das Medikament aus der Apotheke.*

An dieses Szenario schlossen verschiedene Fragen an, zum Beispiel ob der Diebstahl gerechtfertigt war; ob Heinz verurteilt werden sollte; ob Heinz das Medikament auch für einen erkrankten Freund, einen Fremden oder ein Haustier stehlen sollte. Anhand der Begründungen teilte Kohlberg den Entwicklungsstand seiner Probanden in sechs Stufen ein, wobei auf jeder Stufe für und gegen den Diebstahl argumentiert werden kann. Jeweils zwei Stufen fasste er zu einer Überkategorie zusammen: die Präkonventionelle Moral, der die meisten Kinder bis zum etwa neunten Lebensjahr, einige Jugendliche sowie oft Straftäter zuzuordnen sind; die Konventionelle Moral, auf deren Niveau die meisten Jugendlichen und Erwachsenen argumentieren, sowie die Postkonventionelle Moral, welche nur noch von einer Minderheit der Erwachsenen erreicht wird. Auf Stufe 1 erfolgt die Orientierung an Gehorsam und Strafe aus einer egozentrischen, hedonistischen Perspektive. Begründungen sind die Angst vor Strafe und die Befriedigung eigener Bedürfnisse. Auf Stufe 2 werden Interessen der Mitmenschen nach einer Kosten-Nutzen Kalkulation miteinbezogen, es kommt zu instrumenteller Reziprozität. Auf Stufe 3 gewinnt die Erhaltung der sozialen Beziehungen an Gewicht, Ziel ist es zwischenmenschliche Erwartungen der engen Bezugspersonen zu erfüllen (*good boy/good girl*). Dazu wird erstmals die Perspektive einer dritten Person eingenommen. Die Stufe 4 wird erreicht, wenn sich der Horizont der bei moralischen Entscheidungen zu berücksichtigenden Personen auf die zugehörige Gesellschaft erweitert hat. Die Verantwortung für die Funktion des sozialen Systems und damit die Gewährleistung von Recht und Ordnung stehen im Vordergrund der moralischen Argumentation. Auf Stufe 5 erfolgt die Orientierung am Sozialvertrag und gleichzeitig an unparteilich vereinbarten individuellen Rechten. Die Stufe 6 zeichnet sich dagegen durch eine freiwillige Selbstbindung an universelle



ethische Prinzipien auf der Basis von Gleichheit und Würde jedes Menschen aus. Konflikte werden auf der - mindestens gedanklichen - Einbeziehung aller gelöst (Keller, 2005; Kohlberg 1969, 1981; Montada, 1995).

Obwohl dieses Modell in einigen Längsschnittstudien bestätigt werden konnte (Walker, 1988) und bis heute für die wichtigste Theorie der Moralentwicklung angesehen wird, erfuhr es auch mannigfaltige Kritik. Zunächst musste Kohlberg selbst Nachbesserungen vornehmen als er in einer Längsschnittstudie feststellte, dass auf Stufe 4 argumentierende Jugendliche oft eine (scheinbare) Regression auf Stufe 2 zeigten. Er versuchte dies durch ein Infragestellen der gesellschaftlichen Ordnung und Gesetze in dieser Phase zu erklären, was einen moralischen Relativismus und eine wieder stärker an Eigeninteressen orientierte Argumentation bedinge. Um nicht das Prinzip der invarianten Entwicklungssequenz aufgeben zu müssen führte er eine Übergangsstufe 4½ ein (Kohlberg, 1981). Trotzdem muss die Gültigkeit der These vom individuellen, progressiven Entwicklungsniveau bezweifelt werden, denn Yussen (1976) beobachtete dass Jugendliche in der Lage sind neben ihrer eigenen Position zu einem Dilemma auch andere Positionen, zum Beispiel aus Sicht eines Polizisten oder Philosophen einzunehmen, welche über dem Niveau ihrer eigenen Stellungnahme lagen. Damit kann das eigene Argumentationsniveau nicht mehr nur als kognitives Limit betrachtet werden, sondern muss auch als persönliche Überzeugung interpretiert werden. Kognitive und motivationale Dimension können verschieden sein (Hopf & Nunner-Winkler 2007). Kohlberg versuchte darauf mit der Einführung von jeweils zwei Subtypen A und B auf jeder Stufe, entsprechend eher pragmatischem oder prinzipiengeleiteten Argumentierens zu reagieren (Colby & Kohlberg 1987), doch Krebs (1997) zeigte dass Personen sogar zu einem Zeitpunkt, je nach Kontext (etwa im Beruf, oder im familiären Umfeld) auf unterschiedlichen moralischen Stufen urteilen können.

Darüber hinaus wurde die stark philosophische Orientierung der Stufen 5 und 6 kritisiert, welche an Gerechtigkeitstheorien von Rawls und Habermas angelehnt sind und nur von einem sehr geringen Teil der Bevölkerung erreicht werden. Gibbs (1977) fordert daher sie als natürliche Entwicklungsstufen aufzugeben.

Schließlich muss auch das allein instrumentalistische Moralverständnis der Präkonventionellen Moral der Theorie Kohlbergs in Frage gestellt werden. Studien von Turiel (1983) und Keller (2005) zeigten, dass Kinder dieser moralischen Stufen nach Kohlberg sowohl freundschaftsbezogene Gründe für moralische Entscheidungen

anführen, als auch die intrinsische, autoritätsunabhängige und universelle Gültigkeit moralischer Normen im Vergleich zu konventionellen Normen verstehen können. (Hopf & Nunner-Winkler 2007). Diese Befunde ergänzen die schon oben erwähnten Ergebnisse Yussens' Untersuchungen.

Nunner-Winkler führt diese Diskrepanz auf Unterschiede im Studiendesign zurück. Während Kohlberg unter der Annahme eines kognitiv-affektiven Parallelismus moralisches Wissen und moralische Motivation gleichsetzte und in seinen Dilemmata kombiniert erhob, offenbarten sich, wenn man beide Parameter getrennt untersucht die genannten Unterschiede (Nunner-Winkler, 1996). Sie folgert daraus, dass moralisches Wissen und moralische Motivation unabhängig voneinander in distinkten Lernprozessen erworben werden. Das Wissen über moralische Normen werde bereits früh durch elterliche Gebote sowie durch der Sprache implizite moralische Wertungen (Mord z.B. beinhaltet schon die kategorische Verwerflichkeit des Aktes), durch Regelkonstruktion bei Beobachtung der Umwelt sowie Interaktionserfahrungen erworben. Moralische Motivation hingegen werde erst später in einem zweiten Lernprozess interindividuell unterschiedlich schnell und erfolgreich aufgebaut, wobei moralische Gefühle einen guten Prädiktor für moralische Motivation darstellen (Nunner-Winkler, 1996).

Obwohl Nunner-Winkler zur Erklärung dieses Lernprozesses verschiedene Mechanismen (behavioristische, psychoanalytische und bindungstheoretische) heranzieht, betont sie insbesondere den Aufbau eines moralischen Selbst mit der intrinsischen Motivation „das Rechte zu tun, weil es das Rechte ist“ (freiwillige Selbstbindung aus Einsicht). Aus dem Wunsch nach Selbstkonsistenz heraus würden, so ihre Auffassung, second order desires entworfen, welche helfen moralische Normen auch gegen akute persönliche Bedürfnisse zu erfüllen (siehe auch Keller, 2005). Diese Entwicklungen würden freilich während des gesamten Lebens kontinuierlich fortgeführt und durch den Erwerb differenzierterer Rollenübernahmefähigkeit, die Fähigkeit auf Systemebene zu denken, das Verständnis komplexer Kausalketten, die Erweiterung des Zeithorizonts sowie Sachkenntnisse in den Geistes und Naturwissenschaften ausgeweitet (Nunner-Winkler, 1996; Hopf & Nunner-Winkler, 2007).

Kohlbergs Theorie wurde auch für die einseitige Betonung kognitiver Prozesse kritisiert. Für Hoffmann (1984) ermöglicht Kognition lediglich das Verständnis einer Situation, ohne hinreichende Bedingung für moralisches Urteilen zu sein.

Ausschlaggebendes Kriterium der Moralentwicklung postuliert er, sei nicht kognitive Einsicht, sondern affektive Betroffenheit und Empathie.

Eine noch relativ junge, im Kern ebenfalls kognitive Theorie der Moralentwicklung, die jedoch emotionale und intuitive Einflussfaktoren weit stärker berücksichtigt veröffentlichte der amerikanische Psychologe Jonathan Haidt. In seinem „social intuitionist model“ (Haidt, 2001) stellt er moralisches Urteilen als das Produkt von schnellen, automatischen und unbewussten Situationsbewertungen (Intuitionen) sowie sozialen und kulturellen Einflüssen dar, welche oft zu einer post-hoc Begründung des eigenen Urteilens führen. Alltägliche moralische Entscheidungen, behauptet er, würden selten durch eigenständiges rationales Nachdenken getroffen, sondern seien das Ergebnis einer unbewussten Heuristik, ähnlich ästhetischen Bewertungen. Wir nehmen die Handlung eines Menschen wahr und fühlen sofort Zustimmung oder Ablehnung. Erst im Nachhinein versuchen wir die Entscheidung mit rationalen Gründen zu untermauern um uns im Sozialgefüge zu rechtfertigen, andere Menschen zu überzeugen oder um Selbstkonsistenz herzustellen. Aus dieser post-hoc Konstruktion ergebe sich die Illusion durch objektives Nachdenken zu dem getroffenen Urteil gelangt zu sein. Bewusstes moralisches Urteilen hingegen ist nach Haidts Ansicht eher im kritischen Diskurs mit anderen Menschen möglich und nur äußerst selten durch Rollenübernahme im eigenständigen Nachdenken. Moralische Intuition, postuliert er, sei großteils eine angeborene Fähigkeit, die im Laufe der Entwicklung kulturell überformt wird. Dabei erweitert er den Moralbegriff über die Prinzipien der Gerechtigkeit, des Nicht-Schadens und der Fürsorge in einer Notlage auch auf Normen wie Loyalität gegenüber der eigenen Gruppe, Respekt gegenüber Autoritäten und Sitte. Diese angeborenen kognitiven Modelle würden sich in einem verhaltensbiologischen Reifungsprozess entwickeln (er spricht von Externalisierung) und würden dann je nach den kulturellen Anforderungen der jeweiligen Gesellschaft entweder gefördert oder würden sich, falls sie nicht benötigt werden, wieder rückbilden (selective loss). Als wichtigste Verstärker erachtet er dabei soziale Imitation und Peer-Sozialisation (Haidt, 2007, 2010). Zur Begründung seiner Thesen zieht Haidt vor allem drei Hauptargumente heran. Werden Menschen um die moralische Bewertung einer Situation gebeten, so treffen sie schnell eine Entscheidung ob sie zustimmen oder ablehnen, können dies oft aber nicht, oder erst nach längerem Überlegen begründen. Weiterhin ist ihre darauf folgende Argumentation oft voreingenommen durch ihre Grundeinstellung oder durch die moralische Haltung der Gruppe zu der sie sich zugehörig fühlen. Und zuletzt korreliert moralisches Handeln

besser mit moralischen Gefühlen als mit moralischem Urteilen, was er aus dem amoraliſchen Handeln von Psychopathen ſchließt, welche zwar moralische Urteile treffen könnten, aber keine moralischen Gefühle empfinden (Haidt, 2001, 2010).

Dem social intuitionist model entgegenet Narvaez (2008), es vernachlässige zu Gunsten der Intuition vielfältige andere, möglicherweise bewusste Einflüsse auf unsere Entscheidungen, wie die Vorgeschichte, aktuelle Präferenzen, Stimmung und Antrieb sowie die Einschätzung der ethischen Relevanz einer Situation. Bewusstes rationales moralisches Urteilen sei überdies häufiger als von Haidt angenommen, es diene vor allem dazu, persönliche Ziele und moralische Verantwortungen zu definieren, welche sich später – möglicherweise als Intuition – auf das Verhalten auswirkten. Außerdem korreliert sie Intuition mit moralischer Expertise, welche im Laufe des Lebens durch Erfahrung und Nachdenken erworben werde und stellt sie damit wieder auf ein rationales Fundament.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Individualentwicklung moralischen Verhaltens über unterschiedliche Mechanismen wie Konditionierung, Über-Ich Bildung, angeborene Bindungsprinzipien, zunehmende Vernunftkenntnis, Entwicklung moralischer Motivation sowie kulturelle Anpassung angeborener Intuitionen erklärt wurde. Für alle diese Ansätze gibt es trotz teils berechtigter Kritik auch gute Belege, sodass ihnen allen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, Bedeutung in der Ontogenese zugemessen werden kann.

Im nächsten Kapitel soll nun, unter Einbeziehung der erwähnten Theorien, der Fokus auf die Lokalisation moralischen Urteilens im Gehirn beziehungsweise auf die an moralischen Entscheidungen beteiligten Kortexareale gerichtet werden.

## **2.4 Neuronale Korrelate der Moral**

Die systematische Erforschung der an verschiedenen menschlichen Verhaltensweisen oder gar an mentalen Vorgängen beteiligten Gehirnareale ist ein noch relativ junges wissenschaftliches Fachgebiet. Durch bahnbrechende technische Fortschritte in den bildgebenden Verfahren vor allem gegen Ende des letzten Jahrhunderts (Elektroenzephalographie, Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Positronenemissionstomographie) erlebten die Neurowissenschaften einen raschen Aufschwung. Waren früher pathologisch-anatomische Studien die einzige Möglichkeit

Zusammenhänge zwischen zerebralen Anomalien und Verhalten zu mutmaßen (vgl. P. Broca: Sprachzentren) kann heute sogar während des Verhaltens - wenn auch nur in artifizierter Umgebung innerhalb eines Scanners - auf die regionale Gehirnaktivität geschlossen werden.

Im nun folgenden Abschnitt soll in chronologischer Reihenfolge zunächst auf Befunde von Studien zu läsionsbedingten Veränderungen moralischen Verhaltens und im Weiteren auf Ergebnisse von Untersuchungen mittels neuer bildgebender Verfahren eingegangen werden.

### **2.4.1 Läsionsstudien**

Aus dem Ausfall oder der Veränderung moralischen Verhaltens nach einer Gehirnschädigung lassen sich bedingt Rückschlüsse auf die möglicherweise zu diesem Verhalten essentiellen Gehirnareale ziehen. Der wohl berühmteste Fall dieser Art ereignete sich am 13. September 1848 in New England. Phineas Gage, ein im Straßenbau beschäftigter Arbeiter erlitt bei Sprengarbeiten eine schwerwiegende Gehirnverletzung: Durch eine versehentliche Explosion wurde eine zur Präparation der Sprengladungen in den Bohrlöchern verwendete Metallstange aus dem Bohrloch hinausgeschleudert und perforierte Gages Schädel in kaudo-kranialer Richtung. Dabei wurden nach Rekonstruktion von H. Damasio et al. (1994) beide, vor allem aber der linke präfrontale Kortex (PFC) verletzt; nach Ratiu et al. (2004) blieb der rechte PFC unverletzt. Was den Fall nun so außergewöhnlich machte war nicht nur die Tatsache, dass Gage die Verletzung überlebte und nicht an Blutverlust oder Infektion der Wunde verstarb, sondern dass er bis auf eine partielle Gesichtsparalyse und den Verlust des Augenlichts auf der linken Seite (Harlow, 1968) auch keine offensichtlichen neurologischen Ausfälle zeigte. Er entwickelte weder Bewegungseinschränkungen, noch Spach- oder Sprechdefekte; Gedächtnis, Lernen und konventionelle Intelligenz blieben intakt. Allerdings zeigte er nach seiner körperlichen Genesung auffallende Persönlichkeitsveränderungen. Wurde er vor dem Unfall als verantwortungsbewusster, umsichtiger und beliebter Mensch beschrieben, so verhielt er sich nach seinem Unfall impulsiv, egoistisch, sozial unangepasst und verantwortungslos (Macmillan, 2000). Diese historische Fallstudie ist einer der ersten Hinweise darauf, dass der präfrontale Kortex an der neuronalen Genese moralischen Handelns beteiligt sein könnte.

Weitere Studien zu Verhaltensalterationen nach Gehirnverletzungen fanden unter anderem verstärktes gewalttätiges Verhalten nach Frontallappenläsion (Grafman et al., 1996) oder die Verminderung empathischen Verhaltens nach traumatischer oder zerebrovaskulärer Zerstörung des präfrontalen Kortex (Eslinger, 1998). Eslinger (1998) findet Anzeichen dafür, dass kognitive Komponenten der Empathie wie Perspektivenübernahme eher in der dorsolateralen frontalen Region lokalisiert sind, wohingegen die orbitofrontale Region eher für emotionale Sensibilität wichtig zu sein scheint. Barrash, Tranel und Anderson (2000) beschrieben bei einem Patientenkollektiv mit im Erwachsenenalter erworbener, chronischer Schädigung des ventromedialen präfrontalen Kortex eine relativ spezifische Kombination an Persönlichkeitsveränderungen, welche man als „erworbene Soziopathie“ (acquired sociopathy) bezeichnet. Neben einer allgemeinen Reduktion der Emotionserfahrung und gestörten Emotionsregulation (z.B. Stimmungslabilität und geringe Frustrationstoleranz) zeigen Betroffene vor allem Schwierigkeiten in der Entscheidungsfindung und unangemessenes Sozialverhalten (mangelnde Rücksicht und Empathie, Überschreitung sozialer Normen) sowie Probleme zielorientiert zu Handeln. Charakteristisch ist auch die fehlende Einsicht in diese Persönlichkeitsveränderungen. Saver und Damasio (1991) vermuten aufgrund einer Fallstudie, dass die Störungen des Sozialverhaltens hierbei weder auf einem fehlenden Zugang zu Wissen über moralische Werte (ihre Patienten beurteilten Dilemmata auf hoher moralischer Stufe), noch auf einer mangelnden Generierung von Antwortalternativen oder der fehlerhaften Antizipation der Konsequenzen einer Handlung beruhen, sondern in der fehlenden Entscheidungsfähigkeit oder Handlungsmotivation liegen.

War die Schädigung des präfrontalen Kortex in früher Kindheit, das heißt vor Abschluss der moralischen Entwicklung erworben worden, so zeigten die Betroffenen laut einer Fallstudie von Anderson (1999) ebenfalls die beschriebenen Veränderungen im Sozialverhalten (Missachtung sozialer Regeln: Stehlen, Lügen, unbegründete Aggression, Affektinkonsistenz sowie Fehlen von Reue oder Schuldgefühlen) während ihre gesunden Geschwister sich unauffällig entwickelten. Im Gegensatz zu im Erwachsenenalter erlittener Läsion scheint bei ihnen aber der Erwerb moralischen Wissens gestört zu sein, denn sie argumentieren zeitlebens auf sehr niedriger moralischer Stufe.

Betrachtet man das Gesamtbild des Symptomenkomplexes, welcher sich aus den beschriebenen Frontalhirnläsionen ergibt, so fällt die Überschneidung mit dem

psychiatrischen Krankheitsbild der Dissozialen Persönlichkeitsstörung (Psychopathy) auf. In einer Reihe von Studien konnte mittels voxelbasierter MRT-Volumetrie nachgewiesen werden, dass auch bei Patienten, die an Dissozialer Persönlichkeitsstörung leiden, ohne eine erworbene zerebrale Läsion zu besitzen, Volumenverminderungen unter anderem im Frontalkortex, insbesondere im orbitofrontalen Kortex in einer Größenordnung von 11 - 22 % sowie im Temporalkortex zu finden sind (Raine, Lencz, Bihle, LaCasse & Colletti, 2000; Yang, Raine, Lencz, Bihle, LaCasse & Colletti, 2005; de Oliveria Souza et al., 2008).

Ein weiteres neurologisches Krankheitsbild dessen Kernbestandteil neben Demenz der Verlust sozialer und moralischer Verhaltensregeln ist, stellt die Pick'sche Krankheit (Fronto-temporale Demenz) dar. Auch hier zeigt sich eine pathologische Atrophie des Frontallappens sowie anterioren Temporallappens (The Lund and Manchester Groups, 1994).

Die Korrelation zwischen patho-anatomischen Korrelaten und Verhaltensmustern bei den beschriebenen zerebralen Läsionen sowie umgekehrt bei den vorgestellten neuropsychiatrischen Erkrankungen legt somit eine Beteiligung des (prä-)frontalen Kortex und möglicherweise des Temporalkortex an moralischem Urteilen und Handeln nahe.

#### **2.4.2 Bildgebende Verfahren**

Können mittels Autopsiestudien und konventioneller Bildgebung nur relativ ungenaue regionale Zuordnungen getroffen werden, lassen sich mit moderner funktioneller Bildgebung die an moralischem Urteilen beteiligten Gehirnareale deutlich exakter eingrenzen.

In den bisherigen, mittels funktioneller Bildgebung durchgeführten Experimenten kamen unterschiedliche Präsentationsformen moralischer Szenarien zum Einsatz. So zum Beispiel akustisch eingespielte gesprochene moralische Aussagen (Moll, Eslinger & de Oliveira-Souza, 2001), visuell dargebotene schriftliche moralische Aussagen (Moll, de Oliveira-Souza, Bramati, & Grafman, 2002a; Heekeren, Wartenburger, Schmidt, Schwintowski & Villringer, 2003), moralische Dilemmata (Greene, Sommerville, Nystrom, Darley & Cohen, 2001) oder Bilder moralisch relevanter

Szenen (Moll, de Oliveira-Souza, Eslinger, Bramati, Mourao-Miranda, Andreiuolo & Pessoa, 2002b).

Eine der ersten Studien, in der die fMRT- Technik zur Untersuchung moralischen Urteilens zur Anwendung kam, stammt von den Neurologen Moll, Eslinger und de Oliveira-Souza (2001). Über Kopfhörer präsentierten sie ihren Versuchspersonen während der fMRT-Messung Aussagen mit moralischem Inhalt, welcher in der Verletzung oder Einhaltung einer moralischen Norm bestand („*alte Menschen sind nutzlos*“ oder „*jeder Mensch besitzt das Recht zu Leben*“) sowie Aussagen über nicht-moralische Sachverhalte („*Telefone klingeln nie*“ oder „*jeder Text besteht aus Worten*“). Die Versuchspersonen sollten die Aussagen im Geiste als richtig oder falsch bewerten. Nach der fMRT-Messung wurden über einen Ratingfragebogen die emotionale Stärke sowie die Beurteilungsschwierigkeit erhoben. Die Auswertung dieses Ratings ergab für moralische Aussagen höhere Bewertungen der emotionalen Valenz jedoch ähnliche Bewertungen der Beurteilungsschwierigkeit.

Im Vergleich zu den nicht-moralischen Aussagen fanden die Autoren bei moralischen Aussagen eine Mehraktivierung im frontopolaren Kortex (BA 10/46) und medialen frontalen Gyrus bilateral (BA 9); außerdem im rechten anterioren Temporallappen (BA 38) sowie weniger ausgeprägt im superioren temporalen Sulcus (STS) (BA 39), Globus pallidus, rechten Cerebellum sowie linkem Precuneus (BA 7). Um einen Bias durch die beobachteten Unterschiede in der emotionalen Stärke der Stimuli auszuschließen wurden in einem zweiten Schritt zusätzlich moralische und nicht-moralische Aussagen nach emotionaler Valenz kovariiert. Dabei zeigten sich die frontalen Aktivierungen unverändert, während sich die temporalen vermindert darstellten bzw. die posterioren nicht mehr auftraten. Hieraus schlussfolgerten die Autoren, dass die letztgenannten Areale an emotionalen Prozessen im Allgemeinen beteiligt sein könnten und nicht spezifisch für moralisches Urteilen seien.

In einer Folgestudie versuchten Moll et al. (2002a) den Einfluss der Emotionsgenerierung/Verarbeitung bei moralischem Urteilen separat zu kontrollieren indem sie eine zusätzliche Bedingung mit emotionalen nicht-moralischen Aussagen einführten. Die Probanden sollten nun visuell über eine spezielle Brille präsentierte nicht-moralische neutrale Aussagen („*alte Menschen schlafen nachts länger*“), nicht-moralische, mit negativen Emotionen besetzte Aussagen („*alte Menschen essen gerne*



*lebende Kröten*“)\* und moralische Aussagen, ebenfalls von negativer emotionaler Valenz (*„alte Menschen sind nutzlos*) im Geiste als richtig oder falsch bewerten. Als Baseline verwendeten sie zufällige Wortkombinationen (*„Trete wie arm Regen alt haben*“). In der Auswertung der Verhaltensdaten zeigte sich dass moralische und nicht-moralisch emotionale Aussagen wie erwartet gegenüber neutralen Aussagen stärkere Emotionen hervorriefen. Moralische Aussagen erhielten jedoch noch immer höhere Bewertungen als nicht-moralische emotionale. Dies werten die Autoren als Hinweis auf die moralischem Urteilen inhärente starke emotionale Komponente. Der Vergleich der fMRT-Aktivierungen in der moralischen gegenüber der neutralen Bedingung ergab eine Mehraktivierung im linken orbitofrontalen Kortex (OFC) (BA 10), im linken Pol des Temporallappens (BA 38), sowie des STS nahe dem Gyrus angularis (BA 39). Diese Mehraktivierung im STS trat im Vergleich der moralischen mit der nicht-moralisch emotionalen Bedingung nicht auf, während die erstgenannten unverändert zu finden waren. Eine von den Autoren aufgrund des Emotionsratings erwartete Mehraktivierung der Amygdala (als zentrales Emotionszentrum) in der moralischen Bedingung trat bei diesen Kontrasten nicht auf, sie fand sich jedoch im umgekehrten Kontrast der nicht-moralisch emotionalen vs. moralischen Bedingung sowie in der nicht-moralisch emotionalen vs. neutralen Bedingung auf der linken Seite. Zusätzlich fand sich in diesen Kontrasten eine Mehraktivierung im linken lateralen orbitofrontalen Kortex.

Diese Ergebnisse sprechen nach Moll und Kollegen für eine funktionelle Spezifikation innerhalb des orbitofrontalen Kortex: Während in dieser zweiten Studie die Beteiligung des medialen OFC an moralischem Urteilen bestätigt werden konnte, traten im lateralen OFC Mehraktivierungen bei der Beurteilung nicht-moralischer Aussagen negativer emotionaler Valenz auf. Die Autoren führen dies nach O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak & Andrews (2001) auf abstrakte Belohnungs- und Bestrafungs- Prozessierung in Zusammenhang mit sozialer Interaktion im lateralen OFC zurück. Als Erklärung für die in der moralischen Bedingung fehlende Aktivierung der Amygdala postulieren sie wiederum einen Unterdrückungsmechanismus durch den bei moralischen Urteilen aktiven medialen OFC.

Um noch selektiver die neuronalen Korrelate moralischer Emotionen bei moralischem Urteilen zu identifizieren, führten Moll et. al. (2002b) eine weitere Studie, diesmal mit Bildmaterial (entnommen aus dem International Affective Picture System)

---

\* Der nicht-moralische Charakter dieser Aussage kann je nach zugrunde liegendem Wertekatalog natürlich bezweifelt werden. Dies verdeutlicht die oben beschriebene Schwierigkeit der Moraldefinition.

als Stimulus durch. In diesem passiven Paradigma zeigten sie ihren Probanden Bilder mit moralischem Inhalt (zwischenmenschliche körperliche Gewalt, Kriegsszenen), Bilder ohne moralischen Inhalt, welche mit positiven Emotionen (Naturbilder, Ausdruck zwischenmenschlicher Zuneigung) oder negativen Emotionen (Verletzungen, gefährliche Tiere) verbunden werden, sowie interessante und neutrale Bilder (Landschaften, Menschen). Im Unterschied zu den vorherigen Studien sollten die Probanden explizit nicht über die Bilder nachdenken, sondern sie lediglich sorgsam betrachten. Auf diese Weise wollte man nur implizite sozio-emotionale Bewertungen erfassen. Es zeigte sich, dass sowohl Bilder der moralischen wie auch der nicht-moralischen, emotional negativen Bedingung ein Netzwerk aus Amygdala, periaquäduktalem Grau, rechtem Thalamus, Gyrus frontalis inferior (BA 44/45), rechtem anteriorem temporalen Kortex (BA 21/38), bilateralem posterioren temporalem Kortex (BA 22/37/19) sowie rechtem intraparietalem Sulcus (BA 7) aktivieren. Über diese gemeinsame Grundlage moralischer und allgemeiner negativer Emotion wurden bei der Prozessierung der moralischen Stimuli zusätzlich der rechte ventromediale OFC (BA 10/11), Gyrus frontalis medialis (BA 9) sowie der rechte posteriore STS (BA 21, 39) mehraktiviert, was im Kontrast mit jeder einzelnen der nicht-moralischen Bedingungen gezeigt werden konnte. Zusammenfassend offenbart diese Studie dass der mediale OFC und der STS sowohl bei deliberativem moralischem Urteilen, als auch bei automatischen moralischen Bewertungen gleichsam aktiviert werden. Zusammen mit limbischen und subkortikalen Arealen ergibt sich ein mögliches neuronales System in welchem emotionale Erfahrung und moralische Bewertungen verknüpft werden.

Eine Forschungsgruppe um J.D. Greene (2001) verfolgte eine andere Herangehensweise: Anstatt möglichst einfach gehaltener moralischer Stimuli konfrontierten sie ihre Versuchspersonen mit komplexen moralischen und nicht-moralischen Dilemmata. Die Aufgabe bestand darin während der fMRT-Messung zwei konfligierende moralische Normen oder gar übergeordnete moralische Prinzipien gegeneinander abzuwägen. Als Stimulusmaterial wurden dazu aus der Moralphilosophie bekannte Dilemmata wie zum Beispiel das „Trolley-Dilemma“ (Foot, 1978; eigene Übersetzung) verwendet, welches kurz vorgestellt werden soll:

*„Sie befinden sich am Steuer eines Bahnwaggon, der sich mit hoher Geschwindigkeit einer Gleisgabelung nähert. Auf den nach links führenden Gleisen befindet sich eine Gruppe von fünf Gleisarbeitern. Auf den nach rechts führenden Gleisen befindet sich ein einziger Gleisarbeiter. Falls sie sich entscheiden nichts zu unternehmen wird der Waggon die Gleise entlang nach links weiterfahren und die fünf Arbeiter töten. Die einzige Möglichkeit diesen Arbeitern das Leben zu retten besteht darin, einen Schalter auf der Steuerungskonsole umzulegen, welcher den Waggon auf die nach rechts führenden Gleise lenkt, was den Tod eines einzigen Gleisarbeiters zur Folge hätte.*

*Ist es angemessen den Schalter umzulegen um den Tod der fünf Gleisarbeiter zu verhindern?“*

In diesem Fall würde man sich, falls man sich zum Eingreifen entschlösse, des Mordes an einem Arbeiter schuldig machen, beim Nichteingreifen wäre man durch Unterlassung am Tod von fünf Arbeitern schuldig. Auf Metaebene betrachtet konfligiert beispielsweise das deontologische Gebot nicht zu töten mit der utilitaristischen Regel möglichst wenige Menschen zu Schaden kommen zu lassen. Die meisten Menschen entscheiden sich hier utilitaristisch und betätigen den Schalter. Dies ändert sich jedoch wenn man eine Variation des Dilemmas (Footbridge-Dilemma, Thompson, 1986; eigene Übersetzung) betrachtet:

*„Ein Waggon rollt die Gleise hinab auf fünf Arbeiter zu, welche getötet werden falls niemand eingreift. Sie stehen auf einer Brücke über den Gleisen noch vor dem herannahenden Waggon. Neben ihnen steht ein Passant von enormer Körpergröße. Die Einzige Möglichkeit das Leben der fünf Gleisarbeiter zu retten besteht darin, den Fremden von der Brücke auf die Gleise zu stoßen, wo sein großer Körper den Waggon stoppen würde. Der Fremde würde dabei sterben, die fünf Arbeiter jedoch gerettet werden.*

*Ist es angemessen den Fremden von der Brücke zu stoßen um das Leben der fünf Gleisarbeiter zu retten?“*

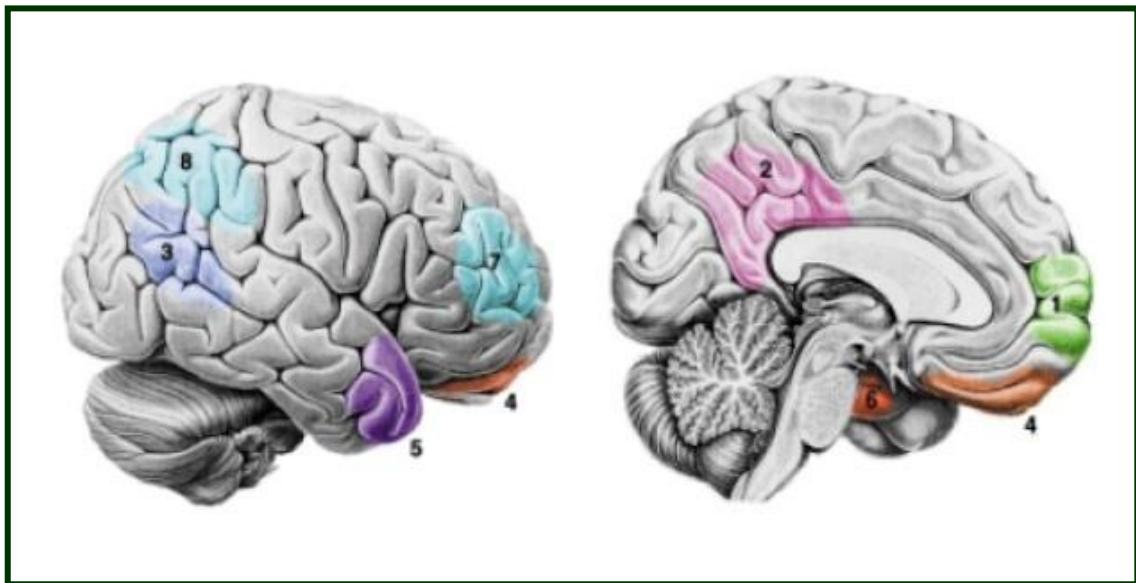
In dieser Situation entscheiden sich die meisten Menschen nun dagegen einzugreifen, obwohl die Konsequenz die gleiche ist wie im ersten Szenario. Greene et al. führen dies nicht auf den Unterschied in der direkten Begründung des Todes des einen Arbeiters/Fremden zurück – im ersten Fall wird dessen Tod aus den gegebenen Umständen in Kauf genommen, im zweiten Fall als Mittel zum Zweck benutzt – statt dessen gehen sie von einem Unterschied in der persönlichen emotionalen Relevanz aus. Im zweiten, nicht aber im ersten Fall, komme es zu starken Emotionen, welche das moralische Urteilen zu Gunsten der deontologischen Lösung beeinflussen. Um diese Hypothese zu testen teilten sie moralische Dilemmata in die Kategorien persönlich (Typ Footbridge) und unpersönlich (Typ Trolley) ein und präsentierten sie ihren Versuchspersonen über einen Bildschirm im MR-Tomographen. Für persönliche Dilemmata erwarteten sie eine stärkere Aktivierung neuronaler Korrelate der Emotion als für unpersönliche. Außerdem sagten sie für persönliche Dilemmata, bei Entscheidung entgegen der emotional geforderten Lösung, als Zeichen des stärkeren inneren Konfliktes längere Reaktionszeiten voraus. Hierzu wurde die Entscheidung der Probanden mittels eines MRT-kompatiblen Eingabegeräts während des Scannvorgangs erfasst. Als dritte Experimentalbedingung verwendeten sie nicht-moralische Dilemmata (z.B. „Standard Turnips“: Soll man als Farmarbeiter eher ein kleines Feld Rüben auf der linken Seite oder ein großes Feld auf der rechten Seite ernten, wofür man allerdings vom Weg abbiegen müsste). Die Auswertung der funktionellen Bilddaten ergab für die moralisch-persönlichen Dilemmata Mehraktivierungen im Gyrus frontalis medius (BA 9/10) im posterioren Cingulum (BA 31) sowie im Gyrus angularis/STS (BA 39). Ein Areal des Parietallappens (BA 7/40) war in dieser Bedingung im Vergleich zu den beiden anderen signifikant weniger aktiv. Die unpersönlichen moralischen Dilemmata riefen die nämlichen Aktivierungen im Kontrast mit der nicht-moralischen Bedingung hervor, jedoch in viel geringerer Ausprägung. Wie erwartet waren die Reaktionszeiten bei mit der Emotion inkongruenter Beantwortung persönlicher moralischer Konflikte länger als in den beiden anderen Bedingungen. Dies werten die Autoren zusammen mit dem Muster der mehr und weniger aktiven Gehirnareale, deren Beteiligung an Emotionsprozessierung in anderen Studien nachgewiesen worden ist, als Bestätigung des Einflusses der Emotion auf die Beantwortung persönlicher moralischer Dilemmata.

Heekeren et al. (2003) kritisierten an den Studien von Moll et al. (2002b) und Greene et al. (2001), dass die beobachtete starke Emotionsbeteiligung auch in der Gewaltdarstellung und dem dilemmatischen Inhalt der Stimuli an sich begründet sein

könnte. Sie entwickelten daher ein Paradigma, in welchem einfache moralische Aussagen kombiniert mit einer Handlung ohne direkte körperliche Gewaltdarstellung („*A hat sich ein neues Auto gekauft/ B stiehlt es*“), von den Probanden als richtig oder falsch beurteilt wurden. Als zweite Bedingung sollten nicht-moralische Sätze auf ihre semantische Korrektheit hin als richtig oder falsch beurteilt werden („*A hat sich ein neues Auto gekauft/ er trinkt die Zeitung*“). Der Vergleich der beiden Bedingungen ergab Mehraktivierungen für die moralische Bedingung im linken lateralen präfrontalen Kortex (PFC) (BA 47), sowie bilateral im ventromedialen PFC (BA 9/10); außerdem im linken posterioren STS (BA 39), im Gyrus temporalis medius (BA 21), bilateral im Pol des Temporallappens (BA 38) sowie im rechten Cuneus (BA 17/18). Somit zeigt sich dass der ventromediale PFC und der posteriore STS sowohl an moralischem Urteilen bei dilemmatischen oder körperliche Gewalt beinhaltenden moralischen Szenarios, als auch bei der Bewertung von direkter Gewalt freien moralischen Aussagen beteiligt zu sein scheint.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorgestellten Studien, so stellt man zum einen fest, dass moralisches Urteilen unabhängig von der Art der Stimuli und ihrer Präsentationsmethode relativ konsistent ähnliche Gehirnareale aktiviert. Zum anderen wird jedoch auch deutlich, dass keines dieser Areale ausschließlich der Prozessierung moralischen Urteilens dient, denn sämtliche beteiligte Areale sind ebenso in anderen neuronalen Prozessen involviert (Adolphs, 2003; Casebeer, 2004; Greene & Haidt, 2002; Moll, de Oliveira-Souza & Zahn, 2008). Dies spiegelt die schon in Kapitel 2.2 detailliert beschriebene Tatsache wieder, dass moralisches Urteilen aus einer Vielzahl an einzelnen kognitiven Prozessen besteht.

Im Folgenden sollen die moralischem Urteilen zugrunde liegenden zerebralen Regionen, welche bisher in Studien mittels funktioneller Bildgebung identifiziert worden sind nochmals kurz zusammengefasst und auf ihre mögliche Funktion eingegangen werden. Zur Veranschaulichung kann Abb. 1, entnommen aus Greene und Haidt (2002) dienen.



**Abb. 1: Gehirnnareale assoziiert mit moralischem Urteilen: mod. aus Greene und Haidt (2002)**

1. Gyrus frontalis medialis (BA 9/10); 2. Precuneus, posteriores Cingulum (BA 7, 31); 3. STS (BA 39); 4. ventromedialer/orbitofrontaler PFC (BA 10/11); 5. Pol des Temporallappens (BA 39); 6. Amygdala; 7. dorsolateraler PFC (BA 9/10/46); 8. Parietallappen (BA 7/40)

Die wichtigsten Areale, welche in allen erwähnten Studien – insbesondere auch den Läsionsstudien, nachgewiesen werden konnten sind zweifellos der Gyrus frontalis medialis (BA 9/10) und der orbitofrontale/ventromediale PFC (BA 10/11). Sie werden unter anderem mit der Integration von Emotionen in Entscheidungsprozesse, der Erinnerung emotionaler autobiographischer Geschehnisse, der Handlungsplanung, Theory of Mind, und der Repräsentation von Persönlichkeit in Verbindung gebracht (Amodio & Frith, 2006; Carr et al., 2003; Sommer et al., 2007; Svoboda, McKinnon & Levine, 2006; Tanji, & Hoshi, 2001). Eine Aktivierung des posterioren STS (BA 39) wird ebenfalls in allen funktionellen Experimenten nachgewiesen. Seine Funktion wird vor allem im Bereich der Wahrnehmung sozial relevanter Information und ToM angesiedelt: Interpretation der Bewegung menschlicher Körper, der Attribution mentaler Zustände, Perspektivenübernahme und Imitation (Allison, Puce & McCarthy, 2000; Saxe & Wexler, 2005; Sommer, 2007).

Der Pol des Temporallappens (BA 38) wird außer bei ToM-Aufgaben auch bei Erinnerung autobiographischer Information und bei der Betrachtung emotionaler Bilder aktiv (Fink et al. 1996; Lane, Fink, Chua, & Dolan, 1997). Das posteriore Cingulum (BA 31) und der Precuneus (BA 7) wurden in der Mehrzahl der vorgestellten Studien zu

moralischem Urteilen (ausgenommen Heekeren et al. 2003) aktiviert. Diese Areale wurden häufig in fMRT-Studien zur Emotion beobachtet; eine Beteiligung an szenischem, autobiographischem Gedächtnis und mentaler Bildersprache wird postuliert (Carr et al., 2003; Maddock, Garrett & Buonocore, 2003; Svoboda et al., 2006; Greene & Haidt, 2002).

## 2.5 Zusammenfassung und Untersuchungshypothesen

Die vorausgegangenen Abschnitte widmeten sich eingangs der Definition des Moralbegriffs, sodann den Theorien zu Phylogenese und Ontogenese moralischen Verhaltens, im letzten Teil schließlich wurden Erkenntnisse aus Fallstudien nach zerebralen Verletzungen sowie verschiedene experimentelle Ansätze zur Beleuchtung der neuronalen Grundlagen moralischen Urteilens mittels funktioneller Bildgebung vorgestellt. Die wichtigsten Gehirnareale, für die eine Beteiligung an moralischem Urteilen angenommen wird, sind der ventromediale/orbitofrontale PFC, der Gyrus frontalis medialis, der STS, die Pole des Temporallappens, das posteriore Cingulum/ der Precuneus und die Amygdala (Greene, Haidt, 2002). In fMRT- Studien kamen bisher verschiedenartige moralische Stimuli, von Bildern über kurze Aussagen, bis hin zu komplexen Dilemmata zum Einsatz. Einige dieser Stimuli müssen jedoch einer kritischen Prüfung hinsichtlich der neuronalen Prozesse, die sie hervorrufen, unterzogen werden. So beinhalten manche Paradigmen direkte körperliche Gewalt - oft mit Todesfolge (Moll et al., 2002b: z.B. Bilder ermordeter Menschen; Greene et al. 2001: z.B. Tötung eines Menschen um mit seinen Organen fünf andere, kranke Menschen zu heilen). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass derartige Szenarien, deren Motiv existentielle Fragen über Leben und Tod der Protagonisten sind, starke Emotionen hervorrufen, welche in der fMRT-Messung die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens überlagern. Insbesondere in der Studie von Greene et al. (2001) haben die als Kontrollbedingung verwendeten neutralen Dilemmata im Vergleich zu den Stimuli der moralischen Bedingungen zusätzlich eine deutlich schwächere emotionale Valenz (vgl. „Jogging“: Entscheidung über die Reihenfolge von Büroarbeit und Jogging), woraus sich das Auftreten der von den Autoren diskutierten Emotionsareale erklären könnte. Ferner kommen in einigen Studien auch Szenarien vor, in welchen über ein juristisch illegales Verhalten entschieden werden soll, was ebenfalls zu einem Bias führen könnte

(Greene et al., 2001, „Architect“: Ist es angebracht seinen boshafte Chef in einer günstigen Gelegenheit von einem Haus zu stürzen und so zu töten; Heekeren et al., 2003: Diebstahl eines Autos).

Im Gegensatz zu hypothetischen und oft unrealistischen moralischen Dilemmata, stellen Konflikte zwischen persönlichen Bedürfnissen einerseits und der Erfüllung moralischer Normen andererseits im alltäglichen Leben die wohl weitaus häufigeren Situationen moralischen Urteilens und Handelns dar.

In der vorliegenden Studie wurden die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens in solchen alltagsrelevanten Konfliktsituationen untersucht. Dazu wurden moralische Konflikte, in welchen eine moralische Regel und eine persönliche Präferenz konfliktieren und nicht-moralische Konflikte zwischen zwei persönlichen Bedürfnissen gegenübergestellt. Hierdurch wird ein Bias durch die neuronale Prozessierung eines allgemeinen Bedürfniskonflikts verhindert. Die zwei Handlungsalternativen jedes Konfliktes wurden den Versuchspersonen nach der Vorstellung der Geschichte, jeweils noch einmal pointiert präsentiert und die Entscheidung im fMRT-Scanner über eine Tastatur registriert. Zusätzlich wurde nach der fMRT-Messung auch ein Rating zu den vorher bearbeiteten Konflikten durchgeführt, bei dem die Beantwortungssicherheit und die Gefühlsqualität (positiv/negativ) für jeden Konflikt erhoben wurden.

Auf behavioraler Ebene wurde erwartet dass die Versuchspersonen in moralischen Konflikten eher die moralische Antwortmöglichkeit wählen, als die, der Befriedigung eines persönlichen Begehrens entsprechende Antwort. Bei moralischer Entscheidung wurde ein eher positives Gefühl (Stolz, Selbstbestätigung), bei unmoralischer Antwort ein eher negatives Gefühl (Schuldgefühl, schlechtes Gewissen) vorausgesagt.

Auf neuronaler Ebene wurden Aktivierungen in Arealen erwartet, welche in bisherigen Studien zu moralischem Urteilen aufgetreten waren, insbesondere im orbitofrontalen PFC, dem Gyrus frontalis medialis sowie dem STS, als wichtigsten, bereits aus Läsionsstudien bekannten Arealen. Trotz des Fehlens von expliziter Gewalt werden auch Aktivierungen von Emotionsarealen erwartet, da Emotionen eine wichtige Rolle bei moralischem Urteilen zugeschrieben wird (s.o.).

Die Überprüfung dieser Hypothesen soll dazu beitragen die neuronalen Grundlagen moralischen Urteilens in Alltagssituationen aufzuklären. Damit soll nicht nur allgemein ein besseres Verständnis moralischen Urteilens und Handelns möglich werden, sondern langfristig auch die Grundlage für die Erforschung der Ursachen von sich auf das moralische Sozialverhalten auswirkenden Neuropathologien gelegt werden.



### 3. Methoden

#### 3.1 Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt 13 rechtshändige Probanden teil, von welchen einer aufgrund seiner Gehirnanatomie ausgeschlossen werden musste. Die 7 weiblichen und 5 männlichen Probanden waren im Mittel 24,5 Jahre alt ( $SD = 2.11$ ). Alle Probanden besaßen die allgemeine Hochschulreife und befanden sich zum Zeitpunkt der Messung in weiterer Ausbildung. Sämtliche Probanden waren unter dem Einfluss der deutschen/westlichen Kultur aufgewachsen und bezeichneten sich als diesem Kulturkreis zugehörig. Neun von 12 Probanden waren christlichen Glaubens, drei bezeichneten sich als keiner Religion angehörig. Ausschlusskriterien für die Teilnahme an dem Experiment waren neurologische oder psychiatrische Erkrankungen, Minderbegabung, Schwangerschaft, eingeschränktes Sehvermögen, welches nicht durch Kontaktlinsen oder eine von uns zur Verfügung gestellte MRT-taugliche Plastikbrille zu korrigieren war, sowie magnetische metallische (z.B. dentalmedizinische) Implantate. Bei den 12 in der Studie eingeschlossenen Probanden lag keines dieser Kriterien vor. Die Versuchspersonen wurden entweder über einen Aushang an der Universität Regensburg rekrutiert oder direkt angesprochen und kurz über Ablauf und Ziel der Studie informiert. Nach umfassender mündlicher und schriftlicher Information unterzeichneten alle Probanden die Einverständniserklärung gemäß den Richtlinien der Ethikkommission der Universität Regensburg. Der Antrag zur Beurteilung ethischer und rechtlicher Fragen am Menschen (Antragnummer 09-095) für dieses Experiment wurde von der Ethikkommission der Universität Regensburg genehmigt. Den Versuchspersonen wurde die Einhaltung der geltenden gesetzlichen Datenschutzbestimmungen hinsichtlich ihrer Angaben und sämtlicher erhobener Daten zugesichert. Die Probanden nahmen freiwillig an der Studie teil. Eine Vergütung fand nicht statt, es konnten den teilnehmenden Psychologiestudenten jedoch sog. Versuchspersonen- bzw. Forschungsstunden, welche ihr Curriculum erfordert, gutgeschrieben werden. Außerdem erhielten die Probanden auf Wunsch nach dem Experiment ein digitales Bild ihres Gehirns per E-Mail zugeschickt, wobei sie darauf hingewiesen wurden, dass das Bild in keinem Fall zur Diagnose etwaiger Pathologien geeignet und die Haftung diesbezüglich ausgeschlossen sei.

Ein ausreichendes Textverständnis der Versuchspersonen wurde mittels eines sprachbasierten Intelligenztests (MWT-B<sup>1</sup>) sichergestellt, eine manifeste Depression mit einem diagnostischen Fragebogen (BDI<sup>2</sup>) ausgeschlossen. Die erhobenen Daten sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 1: Deskriptive Statistik der Probandengruppe**

| Variablen                  | N  | M     | SD    |
|----------------------------|----|-------|-------|
| Alter                      | 12 | 24,5  | 2,11  |
| IQ nach MWT-B <sup>1</sup> | 12 | 128,5 | 12,21 |
| BDI <sup>2</sup>           | 12 | 2,92  | 3,23  |

<sup>1</sup> Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest B, Lehrl, Spitta Verlag, Balingen, Deutschland, 5. Aufl., 2005

<sup>2</sup> Beck-Depressions-Inventar, Deutsche Ausgabe, Beck, Hans Huber Verlag, Bern, 1993

## 3.2 Material

### 3.2.1 Stimuli

#### 3.2.1.1 Entwicklung der Stimuli

Den Versuchspersonen wurden kurze Geschichten, die moralische und nicht-moralische Konfliktsituationen darstellen, in Schriftform gezeigt. Im Gegensatz zu moralischen Dilemmata, in denen zwischen zwei konträren moralischen Normen entschieden werden muss, kollidieren in den moralischen Konflikten ein persönliches Bedürfnis und eine moralische Handlungsmaxime. Derartige Situationen sind im täglichen Leben vermutlich die häufigsten Anlässe für moralisches Urteilen und Handeln. Als Vorlage für die Konfliktsituationen dienten Stimuli einer Studie von Nunner-Winkler (2006) welche die moralische Motivation Jugendlicher mit Hilfe von Alltagskonfliktsituationen untersuchte. Diese zielte jedoch auf jüngere Versuchspersonen, sodass die Geschichten nicht direkt übernommen werden konnten. Anhand deren Struktur wurden allerdings weitere alltägliche Konfliktsituationen entwickelt, die folgende moralische Maximen des europäischen Kulturraums enthalten:

- 
- Versprechen einhalten
  - Nicht Lügen
  - Nicht Stehlen
  - Dem Nächsten keinen Schaden zufügen
  - Sich nicht auf Kosten Anderer einen Vorteil verschaffen
  - Dem Nächsten in einer Notsituation helfen

Diesen Konflikten wurden nicht-moralische, im Weiteren „neutrale“ Konflikte genannt, gegenübergestellt. In den neutralen Konflikten kollidieren zwei persönliche Bedürfnisse, deren Erfüllung sich wechselseitig ausschließt. Als Basis für deren Konstruktion wurden von Greene (2001) verwendete nicht-moralische Konflikte herangezogen. Die auf diese Art entwickelten moralischen und neutralen Geschichten wurden sodann einer Bewertung durch 23 nicht an der fMRT-Studie teilnehmende Personen unterzogen. In einem Fragebogen wurden hierzu die randomisierten Konfliktsituationen mit dichotomer Antwortmöglichkeit präsentiert. Außerdem wurden auf einer jeweils fünfstufigen Skala von 0-4 folgende Parameter erfasst: das Gefühl bei der Entscheidung von sehr schlecht bis sehr gut, die Sicherheit bei der Entscheidung von sehr sicher bis sehr unsicher sowie die Realitätsnähe des Konflikts von sehr realistisch bis sehr unrealistisch. Ferner wurde nach der Einschätzung des Konflikts als moralischer oder neutraler Konflikt gefragt. Unverständliche oder unklare Formulierungen sollten markiert werden. Ziel dieses Ratings war es verständliche, wirklichkeitsnahe, eindeutige Konflikte zu finden, die trotzdem eine möglichst große innere Spannung hervorrufen. Nach der Auswertung abgelehnt wurden: Konflikte, die nicht eindeutig als moralisch oder neutral klassifiziert wurden; Konflikte, die mehrheitlich als unrealistisch eingestuft wurden (3 oder 4 Punktwerte); sowie Konflikte, die mehrheitlich mit hoher Sicherheit (0 der 1 Punktwert) und gutem Gefühl (3 oder 4 Punktwerte) oder (moralische) Konflikte, die einheitlich (>75%) moralisch bzw. unmoralisch beantwortet wurden, da dies als Indiz für eine geringe Stärke des inneren Konflikts bei der Beantwortung gewertet werden muss. Unverständliche, uneindeutige oder dem voraussichtlichen Lebensalter der Versuchspersonen (junges Erwachsenenalter) nicht gerecht werdende Geschichten wurden ebenso verworfen. Außerdem wurde überprüft und sichergestellt, dass bei keinem der Konflikte die unmoralische Beantwortung juristische Konsequenzen nach sich ziehen würde. In einem nächsten Schritt wurden aus den verbleibenden Geschichten jeweils 28

moralische und neutrale so ausgewählt, dass die oben genannten moralischen Maximen in den Geschichten etwa in ausgeglichenem Verhältnis vorkommen. Dann wurden diese Geschichten in eine Drei-Satzform gebracht und entsprechend gekürzt oder verlängert um eine +/- 2 Sekunden gleiche Lesezeit zu erreichen. Die Antwortalternativen wurden zur Vereinfachung der Fragestellung im Telegrammstil verfasst und gegebenenfalls so umgeformt, dass sie keine Verneinungen mehr enthielten. Um ein besseres Hineinversetzen der Versuchspersonen in die jeweilige Situation zu erreichen wurden die Geschichten aus der „Ich“- Perspektive geschildert.

### 3.2.1.2 Verwendete Stimuli

Den Versuchspersonen wurden 56 kurze Geschichten (siehe Anlage 1), die verschiedene Alltagskonfliktsituationen darstellen über einen Bildschirm im fMRT Scanner gezeigt. 28 waren davon moralischer (Experimentalbedingung) und 28 nicht-moralischer Art (Kontrollbedingung). Bei den moralischen Konflikten konkurrieren jeweils eine moralische Regel und ein persönliches Bedürfnis (siehe Abb. 2.1), bei den neutralen Konflikten konkurrieren zwei verschiedene persönliche Bedürfnisse (siehe Abb. 2.2). Unter jeder Geschichte steht die Frage: „Wie verhalte ich mich?“. Die Versuchspersonen wurden instruiert sich vorzustellen, sie befänden sich zum aktuellen Zeitpunkt in genau dieser Situation und müssten sich jetzt überlegen wie sie handeln würden. Danach wurden zwei kurze Antwortalternativen im Telegrammstil vorgegeben. Schließlich wurde noch einmal das selbe Bild mit den Antwortalternativen, jetzt allerdings zusätzlich mit den Großbuchstaben A über der linken Antwort und B über der rechten Antwort versehen, gezeigt und die Versuchspersonen angewiesen bei diesem Bild ihre Entscheidung über eine Tastatur mit der linken Taste für A und der rechten Taste für B einzugeben. Moralische und neutrale Konflikte wurden randomisiert wiedergegeben. Bei moralischen Konflikten wurde darauf geachtet, dass moralische und unmoralische Antwortalternative mit gleicher Häufigkeit an erster Stelle (links) platziert wurden, bei neutralen Konflikten wurde die Reihenfolge der Antwortalternativen im Hinblick auf das in der Konfliktbeschreibung zuerst genannte persönliche Bedürfnis ausgeglichen. Da die, durch die neutralen Konflikte hervorgerufene neuronale Aktivität als Kontrollbedingung verwendet werden soll, wurde darauf geachtet, dass sich die moralischen und neutralen Trials in sprachlichem und inhaltlichen Aufbau, Layout und die optischer Komplexität gleichen. Die Konfliktsituationen unterschieden sich damit

lediglich in der Variablen „Moral“. In den Abbildungen 2.1 und 2.2 sind exemplarisch ein moralisches und ein neutrales Konflikt-Trial dargestellt.

Bild 1

Ich gebe eine Annonce für einen Schrank auf. Eine Frau, die diesen nächste Woche abholen will, bietet mir 140€ und ich gehe auf das Angebot ein. Kurz darauf ruft ein Mann an, der mir dafür 200€ bezahlen will.

Wie verhalte ich mich?

Bild 2

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| <b>Halte Versprechen</b> | <b>Verkaufe teurer</b> |
|--------------------------|------------------------|

Bild 3

|                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>A</b><br><b>Halte Versprechen</b> | <b>B</b><br><b>Verkaufe teurer</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------|

**Abbildung 2.1:** Beispiel für eine moralische Konfliktsituation

Bild 1

Ich sehe im Laden ein Buch, das ich schon lange haben wollte und das dort 20€ kostet. Am selben Tag finde ich dieses Buch auf einer Internetseite. Hier kostet es 15€, ich müsste jedoch 2 Wochen warten bis es geliefert wird.

Wie verhalte ich mich?

Bild 2

**Kaufe im Internet**

**Kaufe im Laden**

Bild 3

**A**

**Kaufe im Internet**

**B**

**Kaufe im Laden**

**Abbildung 2.2:** Beispiel für eine neutrale Konfliktsituation

Dieselbe Zusammenstellung an Konflikten, die den Probanden im Scanner gezeigt worden ist, wurde ihnen nach der fMRT Messung noch einmal als Fragebogen vorgelegt. Allerdings wurden sie gebeten zusätzlich zur Antwort ein fünfstufiges Rating hinsichtlich ihrer Sicherheit und ihres Gefühls bei der Entscheidung vorzunehmen (siehe Anlage 2) um eine detailliertere Interpretation der erhobenen Verhaltensdaten zu ermöglichen.

### 3.2.2 Reizdarbietung

Die Geschichten und Antwortalternativen wurden den Probanden in Schriftform, schwarz auf weißem Hintergrund, von einem schwarzen Rahmen umgeben präsentiert. Die graphische Auflösung betrug 1023 x 768 Pixel bei einer Farbtiefe von 24 Bit. Die Präsentationsdauer der Geschichten (Bild 1) betrug jeweils 15 Sekunden (s), die der Antwortalternativen (Bild 2) 5s und die der Eingabeaufforderung (Bild 3) 2s. Zwischen den Trials wurde, um die Überlagerung der neuronalen Aktivitätsmuster bei aufeinander folgenden Trials zu verhindern, für eine variierende Zeitdauer von 8-24s ein schwarzes Fixationskreuz gezeigt. Zur Präsentation der Stimuli im fMRT-Scanner diente ein Video-Beamer (D-ILA LCD Projector, JVC Corp., Yokohama, Japan), welcher sich außerhalb des fMRT-Raumes befand. Der Video-Beamer projizierte auf eine Leinwand hinter dem fMRT-Gerät, die von den Probanden über einen an der Kopfspule befestigten, nach hinten gewandten Spiegel eingesehen werden konnte.

### 3.2.3 Datenaufzeichnung

Die Untersuchung erfolgte im Juni und Juli 2008 an einem 3-Tesla MRT-Scanner der Marke Siemens Allegra (Siemens Inc., Erlangen, Deutschland) am Bezirksklinikum Regensburg. Die funktionellen Aufnahmen beruhen auf der Messung der *Blood-Oxygen-Level-Dependent-Signals* (BOLD) welche indirekt mit der neuronalen Aktivität der jeweiligen zugrunde liegenden Hirnareale korrelieren (Logothetis & Wandell 2004). Diese BOLD-Signale wurden durch eine T2\*-gewichtete Echo-Planar-Imaging-Sequenz (EPI) mit schneller Gradientenschaltung und den Parametern Time-to-Repeat (TR) = 2000ms, Time-to-Echo (TE) = 30ms, flip angle  $\alpha = 90^\circ$ , sowie Field of View (FoV) =

192 x 192 mm erhalten. Dabei wurde das gesamte Gehirn in 32 Schichten (bei einer Schichtdicke von 3mm, ohne Auslassung) in verschränkter, aufsteigender Reihenfolge (*interleaved order*, vgl. 1, 3, 5, ... 29, 31, 2, 4, ... 30, 32) bei einer Voxelgröße von 3 x 3 x 3 mm auf insgesamt 964 funktionellen Bildern aufgezeichnet. An die funktionelle Messung schloss sich eine hoch auflösende strukturelle T1\*-gewichtete isotrope 3D-Gradienten-Echo-Sequenz (*Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo*, MPRAGE) an. Diese hatte die Parameter TR = 2250ms, TE = 3.39ms, flip angle = 9°, FoV = 256 x 256 mm. Es wurden 160 Schichten bei einer Voxelgröße von 1 x 1 x 1 mm gemessen.

Zur Präsentation der Stimuli und Erfassung der Verhaltensdaten (Reaktionszeiten und Anzahl moralischen Antworten) diente die Software *Presentation* (Neurobehavioral Systems Inc., Albany, CA, USA). Die Entscheidung der Probanden für eine Antwortalternative wurde über einen Tastendruck des Zeige- oder Ringfingers der rechten Hand mit Hilfe einer fMRT kompatiblen Reaktionsbox der Marke LUMItouch (Photon Control Inc., Burnaby, Canada) registriert. Außerdem wurde ein Pentium III Rechner (DELL Inc., Round Rock, TX, USA), auf dem ebenfalls die Software *Presentation* installiert war, verwendet um den Versuchspersonen den Ablauf des Experiments zu erläutern und dessen Verständnis an einigen Beispielkonflikten zu überprüfen.

### 3.3 Versuchsablauf

Die Versuchspersonen wurden zum vereinbarten Termin am Haupteingang des Bezirkskrankenhauses Regensburg abgeholt und zur nahe gelegenen MRT-Anlage begleitet. Im Vorraum wurden sodann der genaue Ablauf und Zeitdauer des Experiments sowie die Funktionsweise des fMRT-Gerätes erklärt und alle Fragen des Probanden durch den Versuchsleiter beantwortet. Nach dem Ausschluss der Kontraindikationen für Messung und Experiment, wurde von allen Versuchspersonen eine Einverständniserklärung unterzeichnet (siehe Anlage 3). Daran anschließend wurden die Probanden unter Zusicherung des Datenschutzes gebeten zwei Stammdatenblätter (siehe Anlage 4) mit Fragen zur Identität, Alter, Geschlecht, Händigkeit, Familienstand, Schulbildung, Beruf und vorangegangener psychiatrischer oder neurologischer Behandlung zu beantworten. Weiterhin wurde nach dem Heimatland, dem Land in dem der Proband aufgewachsen ist, der Vorbildung im



Hinblick auf Moralphilosophie, sowie der Glaubensrichtung und Religiosität gefragt. Überdies wurden die Probanden gebeten einen Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenz-Test (MWT-B, Lehrl, 2005), sowie einen Beck-Depressions-Inventar-Test (BDI, Beck, 1993) zu bearbeiten. Danach wurde anhand eines Ausdrucks eines Beispieltrials der Versuchsablauf und die Aufgaben des Probanden genau erklärt. Insbesondere wurde betont, dass der Proband sich in die gegebene Situation hineinversetzen solle um eine Entscheidung zu treffen und dass er diese erst bei der Präsentation des dritten Bildes mit den Antwortalternativen per Tastendruck über die Reaktionsbox mitteile. Zum Einüben und zur Sicherstellung des Verständnisses der Aufgabenstellung wurde auf einem Rechner ein Probendurchlauf des Experiments mit weiteren vier Beispielkonflikten mit Hilfe des Programms *Presentation* (Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, CA, USA) und der PC-Tastatur als Eingabemedium durchgeführt. Die Trials wurden dabei in der gleichen Form und in der gleichen Zeitdauer wie im späteren Experiment dargeboten um die Probanden auf die Messsituation vorzubereiten. Bevor die Probanden dann den MRT-Raum betraten, wurden sie gebeten sämtliche ferromagnetischen Gegenstände wie Schlüssel, Gürtel, Schmuck, Piercings, Münzgeld oder Chipkarten mit Magnetstreifen im Vorraum abzulegen. Bei Bedarf wurde der Proband mit einer MRT-kompatiblen Brille der entsprechenden Dioptriestärke ausgestattet. Dann wurden ihnen Ohropax und Kapselgehörschutz gegen die Lärmbelastung während der Messung gereicht. Über ein im Gehörschutz integriertes Mikrofon und Lautsprecher konnte der Versuchsleiter weiterhin, auch von außerhalb des MRT-Raumes mit dem Proband kommunizieren. Hierauf wurden die Probanden aufgefordert sich vorsichtig auf die Liege des MRT-Gerätes zu legen, sodass der Kopf in der mit Schaumstoff gepolsterten Kopfspulenhälfte zu liegen kommt. Der Versuchsleiter richtete den Kopf dann entsprechend der vorgegebenen Markierungen aus und fixierte ihn seitlich mit zwei weiteren Schaumstoffkissen. Unter Lendenwirbelsäule, Kniekehlen und Ellenbogen wurden ebenfalls Schaumstoffpolster gelegt um für die Dauer der Messung eine möglichst entspannte Lage zu ermöglichen. Dann wurde die Kopfspule geschlossen und der daran befindliche Spiegel so ausgerichtet, dass der Proband die Projektionsleinwand hinter dem MRT-Gerät optimal sehen konnte. In die linke Hand bekamen die Probanden einen Alarmknopf, mit dem sie im Notfall das Experiment abbrechen konnten. In die rechte Hand wurde ihnen die Reaktionsbox gegeben, um sie auf dem Oberschenkel bequem abzulegen. Zeige- und Ringfinger sollten dabei locker über den beiden benötigten Tasten positioniert werden.

Die Versuchspersonen wurden dann nochmals gebeten den Kopf während der Messung möglichst wenig zu bewegen und auch die Beine nicht zu überschlagen. Sofern keine Fragen mehr bestanden wurden die Probanden dann in den Magnetresonanztomographen gefahren und mit der Referenzmessung (Localizer) begonnen. Danach wurde gegebenenfalls die Lage in der Kopfspule korrigiert und die Messung wiederholt, ansonsten wurde den Probanden mitgeteilt, dass nun der eigentliche Versuch beginne und sie wie besprochen auf die Konfliktfragen mit Tastendruck antworten sollten. Die 56 Geschichten wurden in einem Durchgang ohne Pause gezeigt, was 32 Minuten in Anspruch nahm. Nach Abschluss dieser Versuchsphase wurden die Probanden nach ihrem Befinden gefragt und informiert, dass sich nun die etwa sieben Minuten dauernde strukturelle Aufnahme des Gehirns anschließe bei der sie die Augen geschlossen halten konnten. Die gesamte Messzeit betrug etwas mehr als 40 Minuten. Schließlich wurden die Versuchspersonen nach Beendigung der Messung aus dem Kernspintomographen herausgefahren und Spule, Lärmschutz und Polsterung wieder entfernt. Im Vorraum wurden die zuvor abgelegten metallischen Gegenstände wieder zurückgegeben. Keine Versuchsperson äußerte relevante physische oder psychische Beeinträchtigungen oder musste das Experiment vorzeitig abbrechen. Eine Versuchsperson gab nach der Messung Schwindelgefühle an, die sich jedoch nach einigen Minuten wieder besserten. Nach einer Erholungspause wurden die Probanden gebeten den Ratingfragebogen auszufüllen. Zum Abschluss wurde bei Interesse noch die Gehirnanatomie anhand der strukturellen Aufnahme auf dem Experimentalrechner erläutert, außerdem konnten sich die Probanden ein Bild ihres Gehirns zuschicken lassen.

### **3.4 Statistische Analyse**

#### **3.4.1 Analyse der Verhaltensdaten**

Zur Analyse der Verhaltensdaten der fMRT-Messung sowie der Daten des Emotionsratings wurde das Statistikprogramm SPSS 16.0 (SPSS Corp., Chicago, IL, USA) verwendet. Die Normalverteilung der Daten wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft. Die Antworthäufigkeiten im Bezug auf moralische und unmoralische Antworten wurden mittels T-Test ausgewertet. Zur Untersuchung der Daten des Emotionsratings wurde der Median der jeweiligen Punktwertstärke der

Sicherheit und des Gefühls mit dem Wilcoxon-Test analysiert. Für alle statistischen Analysen wurde ein Signifikanzniveau von  $p \leq 0.05$  festgelegt.

### 3.4.2 Analyse der fMRT-Daten

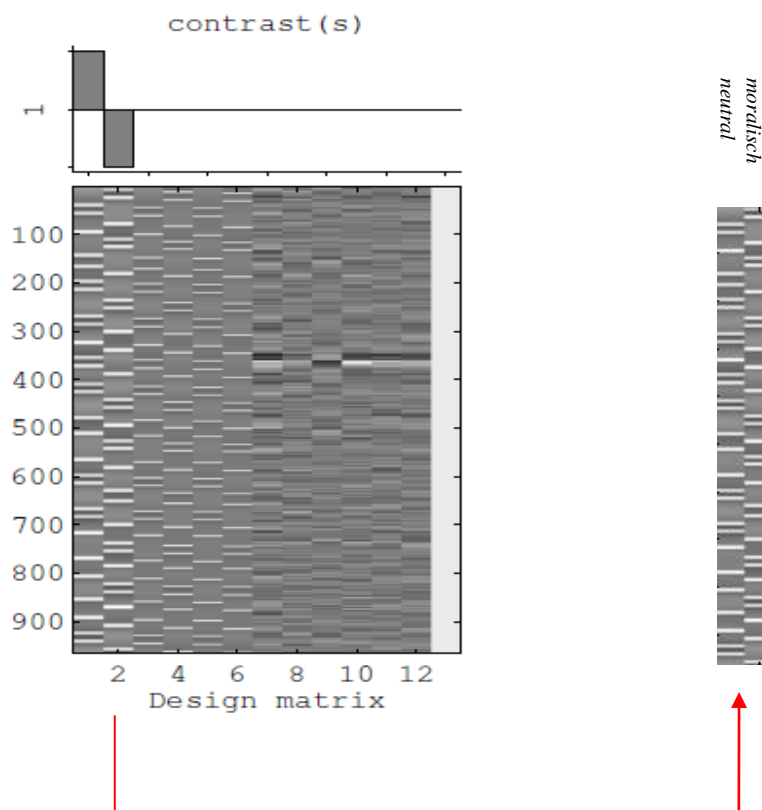
#### 3.4.2.1 Datenvorverarbeitung

Um die im MRT-Scanner gewonnen Rohdaten statistisch auswerten zu können bedarf es mehrerer Vorverarbeitungsschritte. Hierzu diene, wie auch zur späteren Analyse, die frei verfügbare Software SPM5 (*Statistical Parametric Mapping*, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm5>), welche auf dem Programm Matlab 7.0 (Math Works Inc., Nattick, MA) basiert. Zunächst wurden die Daten vom Scannerformat *.dicom* in das SPM-Format *.nifti* umgewandelt. Dann wurden die Grauwerte der EPI-Sequenz eines Volumes über einen Algorithmus so extrapoliert, dass eine zeitgleiche Messung der Schichten simuliert wird, wobei eine mittlere Schicht als Referenzschicht diene (slice-time-correction) (Henson, Buechel, Josephs & Friston, 1999). Daran anschließend erfolgte eine räumliche, dreidimensionale Bewegungskorrektur um die Bildverschiebungen bei Kopfbewegungen der Versuchsperson während der Messung auszugleichen (realignment). Es wurden dazu sechs Transformationsvektoren bestimmt (drei Tanslations- und drei Rotationsparameter), welche sich aus dem Vergleich von jeweils zwei nebeneinander liegenden Schichten ergeben. Als Referenzvolume diene hier das erste der 964 Volumes (Ashburner & Friston, 2000; Brammer, 2001). Die so bestimmten Parameter wurden auch bei der späteren Auswertung als Regressoren ins Allgemeine Lineare Modell (GLM) übernommen. Neben der Bewegungskorrektur wurde bei diesem Schritt auch ein über alle Volumes einer Versuchsperson gemitteltes funktionelles mean image erstellt, welches dann im nächsten Schritt über das strukturelle Bild der Versuchsperson gelegt wurde (coregistration) um die ermittelten Aktivierungen anatomischen Strukturen besser zuordnen zu können (Jenkinson & Smith, 2001). Zur Gewährleistung der interindividuellen Vergleichbarkeit der gefundenen Aktivierungen mussten dann die anatomischen und funktionellen Bilder der einzelnen Versuchspersonen mit dem standardisierten Referenzgehirn template T1.nii des Montreal Neurological Institute (MNI) abgeglichen werden (normalizing) (Collins, Neelin, Peters & Evans, 1994). Die Voxelgröße wurde dabei auf 2 x 2 x 2 mm geändert. In einem letzten Schritt wurde

durch eine räumliche Glättung das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert (smoothing). Die Intensität benachbarter Voxel wurde über einen Gauss'schen Filter mit einer Halbwertsbreite (full-width-half-maximum, FWHM) von 8mm dergestalt verändert, dass schwache Aktivierungen einzelner Voxel verstärkt und sehr starke Signale vermindert wurden um so das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern (Smith, 2001).

#### 3.4.2.2 Datenauswertung

Die erhobenen fMRT Daten wurden im zu Grunde liegenden Block Design analysiert. Das Block Design ist dadurch charakterisiert, dass meist zwei oder mehr Bedingungen abwechselnd in Blöcken von einer bestimmten Zeitdauer, die jedoch jeweils mehrere Scans beinhalten, gemessen werden. In jedem Block wird nur eine Bedingung präsentiert, die sich von der anderen Bedingung idealerweise lediglich in dem zu untersuchenden kognitiven Prozess unterscheidet. (Subtraktionsparadigma, Aguirre & D'Esposito, 2000; Donaldson & Buckner, 2001). Blockdesigns haben eine hohe statistische Power bei guter Sensitivität (Friston, Zarahn, Josephs, Henson & Dale, 1999). Die in den einzelnen Blöcken gemessenen Daten wurden nun auf Basis des Allgemeinen Linearen Modells (general linear model; GLM) statistisch in Beziehung gesetzt. Die Matrixgleichung des GLM lässt sich in der Form:  $Y = X\beta + \varepsilon$  darstellen. Dabei ist Y eine Matrix, welche die beobachteten abhängigen Variablen enthält, also die Voxel und fMRI Volumes. X steht für die Matrix der unabhängigen Variablen, die sog. Designmatrix. Der Faktor  $\beta$  ist ein Schätzer der Gewichte der Designmatrix und der Summand  $\varepsilon$  beinhaltet die normalverteilten Fehler. Zur Kontrolle der zeitlichen und räumlichen Varianz der hämodynamischen Antwortfunktion wurde die box car waveform verwendet (Friston Josephs, Rees, & Turner, 1998). So wurden sechs Kovariablen (vgl. realignment 3.4.3.1) zu Translation und Rotation in die Analyse mit einbezogen. Sechs Hauptregressoren gingen in die Analyse ein, davon jeweils drei in den beiden Bedingungen moralisch und neutral. Der erste Regressor deckte die gesamte Präsentationsdauer (15s) eines Konfliktes ab. Der zweite beinhaltete die Präsentationsdauer der Antwortalternativen (5s) und der dritte die Präsentationsdauer der Antwortalternativen mit der Eingabeaufforderung (2s). Um Artefakte durch Atmung, Puls und Scannerdrift zu minimieren wurde eine zeitliche Filterung mit Hochfrequenzfilter bei einem Cut-Off von 128s angewendet (Smith, 2001).



**Abbildung 3: Designmatrix**

Abszisse: (von links nach rechts) sechs Hauptregressoren (15, 5, 2 s) jeweils für die Konditionen moralisch und neutral gefolgt von sechs Rotations- und Translationskovariaten

Ordinate: # Scans

Die auf diese Weise erhobenen Daten wurden zunächst auf Einzelniveau analysiert (first-level-Analyse) indem für jede Versuchsperson die 15s dauernden Regressoren der Textpräsentation der moralischen Bedingung mit der neutralen Bedingung kontrastiert wurden. Voxel die eine signifikante Mehraktivierung im t-Test zeigten dienten zur Erstellung von Aktivierungskarten, sog. Statistical parametric maps (SPM). Um probandenübergreifende Aussagen treffen zu können wurden die individuellen fMRI-Aktivierungsmuster in einer random-effects Analyse (second-level-Analyse) untereinander verglichen und wiederum Aktivierungskarten erstellt. Als Schwellenwert wurde, bezogen auf ein Voxel,  $T = 4$  gewählt, außerdem wurde ein auf Clusterebene korrigierter p-Wert  $\leq 0.05$  vorausgesetzt und die Clustermindestgröße auf 85 Voxel festgelegt. Die Aktivierungskarten, welche die SPM-Software in einem Gehirnumriss (glass brain) anzeigt, wurden schließlich zur besseren Orientierung auf das dreidimensionale anatomische MNI-Standardgehirn übertragen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Verhaltensdaten

#### 4.1.1 Entscheidung bei moralischen Konflikten

Bei der Beantwortung der moralischen Konflikte wählten die Versuchspersonen signifikant häufiger, im Mittel bei 18.92 von 28 Fragen, entsprechend 67.57% (SD 16.54%), die moralische Antwortalternative ( $T(df=11) = 4.44$ ,  $p$  (zweiseitig) = 0.001). Dem entsprechend entschlossen sie sich im Mittel bei 8.42 Fragen oder 30.07% (SD 13.55%) für die Handlungsweise, welche den persönlichen Vorteil verspricht. Die Häufigkeit der nicht beantworteten Fragen beläuft sich auf 0,67 Fragen oder 2,39% (SD 1.15).

**Tab. 2.1** Statistik der Antworthäufigkeiten bei moralischen Konflikten

|         | M     | SD   |
|---------|-------|------|
| A_mor   | 18.92 | 4.52 |
| A_unmor | 8.42  | 3.70 |

Anmerkungen: A\_mor = moralische Antwort, A\_unmor = unmoralische Antwort;  
Anzahl der moralischen Konflikte  $N = 28$ ; fehlende Beantwortung von  $M = 0.67$  Fragen (SD 1.15)

#### 4.1.2. Rating-Daten

Die Wahl der moralischen Antwortalternative rief bei den Probanden signifikant positivere Emotionen hervor als die Entscheidung für die unmoralische Alternative, also die Befriedigung des persönlichen Bedürfnisses. Das Gefühl bei der Wahl der moralischen Alternative war auch im Vergleich mit dem Gefühl nach Lösung eines neutralen Konfliktes signifikant besser. Stellt man hingegen das Gefühl bei unmoralischer Entscheidung und neutralem Konflikt gegenüber, so fühlten sich die Versuchspersonen bei unmoralischer Antwort signifikant schlechter.

Betrachtet man die Sicherheit der Probanden bei der Konfliktbearbeitung zeigt sich, dass sie nach Wahl der moralischen Antwort signifikant weniger an ihrer Entscheidung zweifelten als bei unmoralische Beantwortung. Vergleicht man die Sicherheit bei

Entscheidung für die moralische Antwort jedoch mit der Sicherheit bei Beantwortung eines neutralen Konfliktes so lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen. Bei Wahl der unmoralischen Antwort waren sich die Probanden signifikant unsicherer als bei Beantwortung eines neutralen Konfliktes.

**Tab. 2.2** Deskriptive Statistik des Ratings hinsichtlich Gefühl und Sicherheit

|            | M    | SD   |
|------------|------|------|
| Emo_mor    | 4.31 | 0.56 |
| Emo_unmor  | 2.61 | 0.49 |
| Emo_neutr  | 4.05 | 0.44 |
| Sich_mor   | 4.29 | 0.26 |
| Sich_unmor | 3.46 | 0.6  |
| Sich_neutr | 4.18 | 0.3  |

Anmerkungen: fünfstufige Skala; Emo\_mor = Gefühl bei moralischer Antwort, Emo\_unmor = Gefühl bei unmoralischer Antwort, Emo\_neutr = Gefühl bei Beantwortung eines neutralen Konflikts, Sich\_mor = Sicherheit bei moralischer Antwort, Sich\_unmor = Sicherheit bei unmoralischer Antwort, Sich\_neutr = Sicherheit bei Beantwortung eines neutralen Konflikts

**Tab. 2.3** Vergleich der Ratingdaten: Wilcoxon Test

|                           | Z     | Asymptotische<br>Signifikanz |
|---------------------------|-------|------------------------------|
| Emo_unmor-<br>Emo_mor     | -3.06 | 0.002 **                     |
| Emo_neutr-<br>Emo_mor     | -1.96 | 0.05 *                       |
| Emo_neutr-<br>Emo_unmor   | -3.06 | 0.002 **                     |
| Sich_unmor-<br>Sich_mor   | -3.06 | 0.002 **                     |
| Sich_neutr-<br>Sich_mor   | -1.1  | 0.272 n.s.                   |
| Sich_neutr-<br>Sich_unmor | -2.98 | 0.003 **                     |

Anmerkungen: siehe Tab. 2.2; \*\*  $p < .001$  ; \*  $p < .005$ ; n.s. = nicht signifikant

## 4.2 fMRT-Daten

### 4.2.1 Kontrast moralisch > neutral

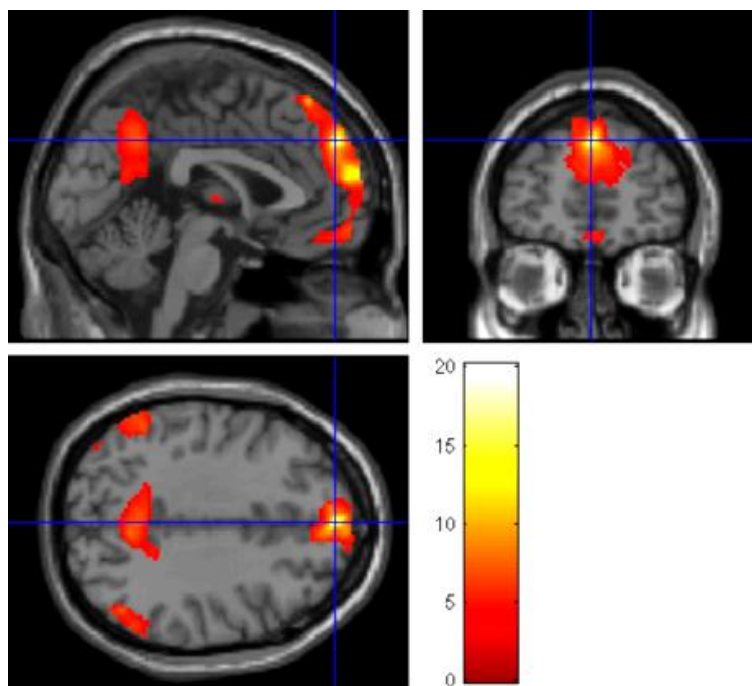
Im Vergleich der Aktivierungen in der moralischen Bedingung mit der neutralen Bedingung zeigte sich eine auf Clusterebene korrigierte signifikante Mehraktivierung im oberen und mittleren Gyrus frontalis bilateral, einschließlich des Gyrus frontalis medialis, sowie des orbitofrontalen PFC (BA 9, 10), sowie im unteren Gyrus frontalis rechts (BA 45). Weiterhin fanden sich bilateral im oberen und mittleren Gyrus temporalis (BA 21, 22, 38), sowie der TPJ (BA 39, 40) vermehrt aktivierte Areale. Auch Bereiche des Precuneus bilateral (BA 7, 31) und Gyrus cinguli posterior rechts (BA 23) sowie des Thalamus stellten sich mehraktiviert dar. Eine detaillierte Charakterisierung der genannten Areale findet sich in nachfolgender Tabelle 2.4. Zur Veranschaulichung können die farbkodierten Projektionen der Mehraktivierungen auf das Standardgehirn in Abb. 4.1- 4.4 dienen.

**Tabelle 2.4:** Areale mit Mehraktivierung in moralischer Bedingung gegenüber neutraler Bedingung

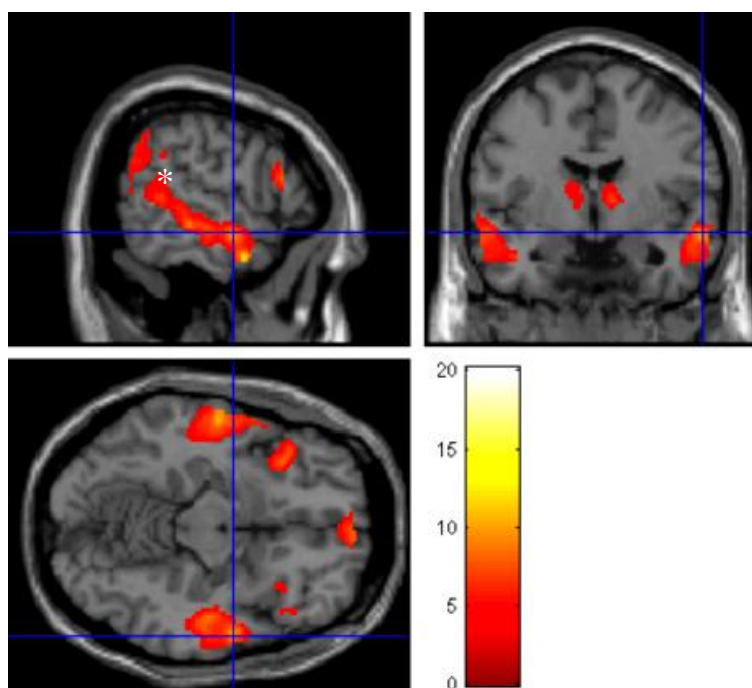
| Areal   | Brodmann<br>–Areal     | Peak MNI-Koordinaten |     |     | Z-Wert | Cluster-größe | P  |
|---|------------------------|----------------------|-----|-----|--------|---------------|----|
|   |                        | x                    | y   | Z   |        |               |    |
| Gyrus frontalis superior, bil   | 9, 10                  | 0                    | 52  | 36  | 6.22   | 2917          | ** |
| Gyrus frontalis inferior, re  | 45                     | 60                   | 22  | 18  | 4.39   | 87            | *  |
| Gyrus temporalis superior, re,<br>Gyrus temporalis medius, re,<br>TPJ, re                                     | 22<br>21, 38<br>39, 40 | 50                   | 14  | -28 | 5.29   | 3198          | ** |
| Gyrus temporalis superior, li,<br>Gyrus temporalis medius, li,<br>TPJ, li                                     | 22<br>21, 38<br>39, 40 | -42                  | -66 | 22  | 5.45   | 4177          | ** |
| Gyrus cinguli posterior, re,<br>Precuneus, bil  | 23<br>7, 31            | 6                    | -60 | 38  | 4.47   | 1359          | ** |
| Thalamus, bil:<br>Nucleus ventralis anterior, bil,<br>Nucleus dorsalis medialis, li,<br>Nuclei anteriores bil | -                      | 10                   | -4  | 6   | 4.18   | 438           | ** |

Anmerkungen: \*\* p < .001 korrigiert; \* p < .005 korrigiert

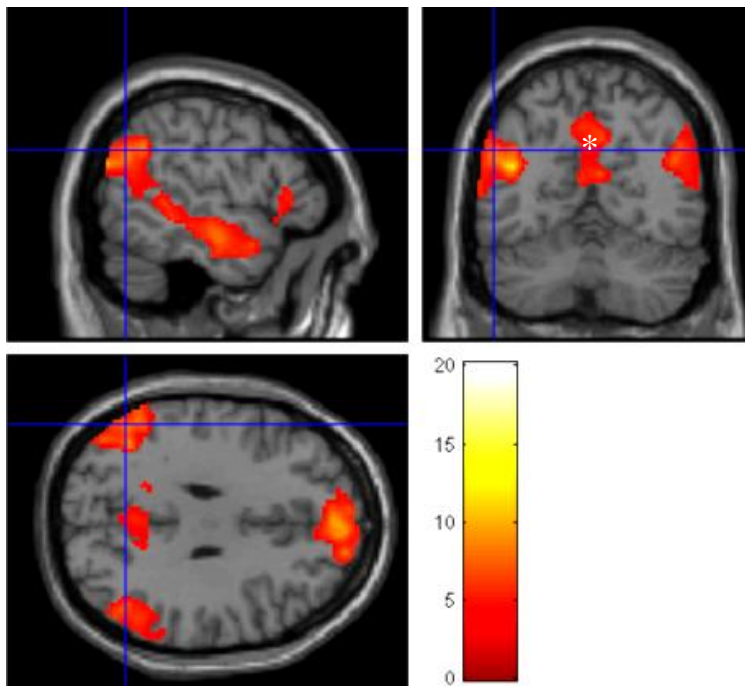




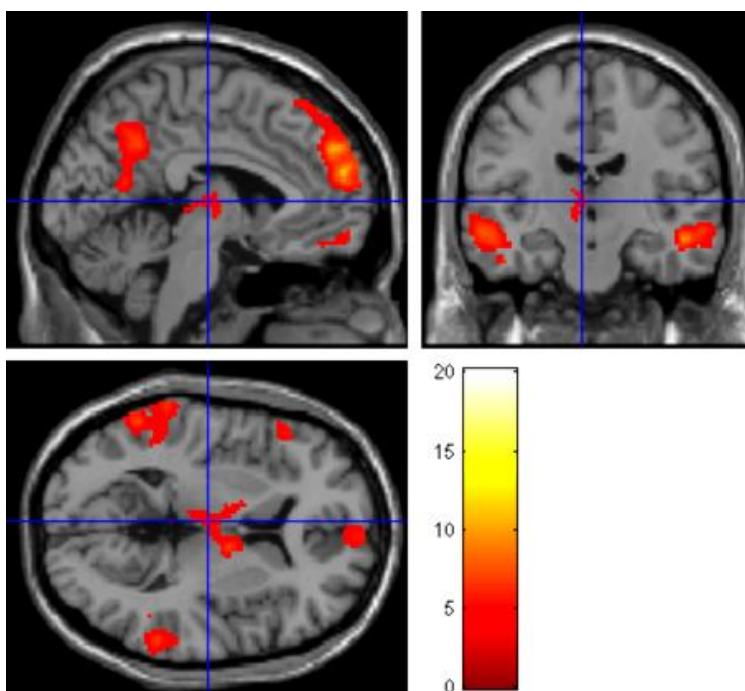
**Abb. 4.1:** Gyrus frontalis superior bil. (BA 9), Intensitätsmaximum des Clusters durch Koordinatenkreuz markiert



**Abb. 4.2:** Gyrus temporalis medius bil. (BA 21), Intensitätsmaximum des rechten Clusters im Koordinatenkreuz, \* TPJ rechts



**Abb. 4.3:** Precuneus bil. (BA 7, 31), Intensitätsmaximum des linken Clusters im Koordinatenkreuz,  
\* Gyrus cinguli posterior



**Abb. 4.4:** Thalamus bil. im Koordinatenkreuz

#### 4.2.2 Kontraste moralisch > unmoralisch; unmoralisch > moralisch

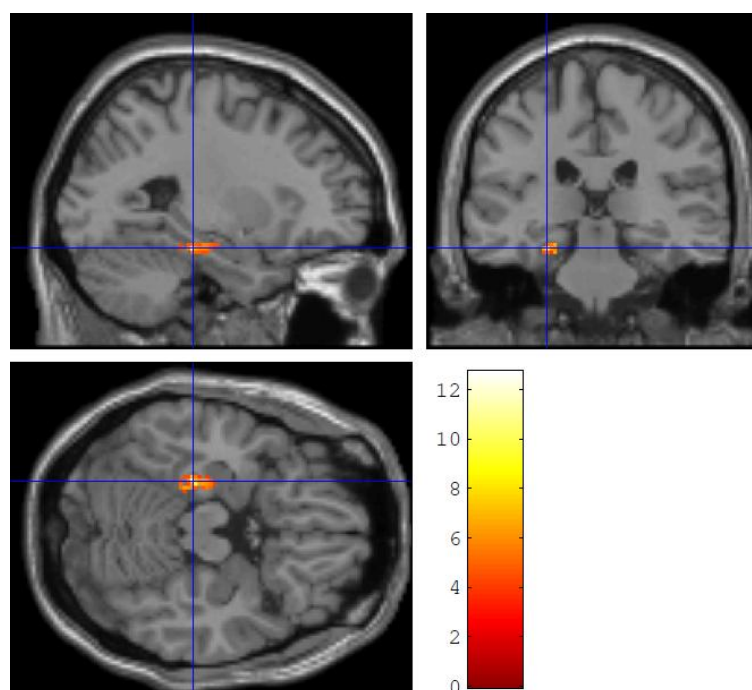
Die Berechnung der Aktivitätsunterschiede in der Bedingung moralisch > unmoralisch zeigte bei Korrektur auf Clusterebene keine signifikante Mehraktivierung.

Im umgekehrten Kontrast, welcher um eine statistisch belastbare Aussage treffen zu können, nur für sieben Probanden, welche in mehr als 25% der moralischen Konflikte die unmoralische Antwortalternative gewählt hatten, berechnet werden konnte, trat jedoch eine Mehraktivierung im Bereich des linken Hippocampus, des Gyrus parahippocampalis sowie im Corpus amygdaloideum auf (BA 28, 34, 35, 36). Vgl. hierzu Tab 2.5 und Abb. 4.5.

**Tab. 2.5** Mehraktivierung im Kontrast unmoralische Beantwortung gegenüber moralischer Beantwortung

| Areal  | Brodmann<br>-Areal | Peak MNI-Koordinaten |     |     | Z-Wert | Cluster-größe | p  |
|--|--------------------|----------------------|-----|-----|--------|---------------|----|
|  |                    | x                    | y   | Z   |        |               |    |
| Gyrus parahippocampalis, Hippocampus, Corpus amygdaloideum, li | 28, 34, 35, 36     | -26                  | -28 | -18 | 4.33   | 447           | ** |

Anmerkungen: \*\* p < .001 korrigiert



**Abb. 4.5:** Intensitätsmaximum im Bereich des Corpus amygdaloideum links

## 5. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung neuronaler Korrelate moralischen Urteilens in Alltagskonfliktsituationen. In bisherigen fMRT-Studien zu moralischem Urteilen kamen oft komplexe und realitätsferne oder stark emotionsbelegte Stimuli, wie zum Beispiel moralische Dilemmata, welche eine Entscheidung über Leben und Tod der Protagonisten beinhalten, zum Einsatz (Greene et al. 2001, Moll et al. 2002b). Die vorliegende Studie ist die erste fMRT-Studie, die moralisches Urteilen in alltagsrelevanten Situationen untersucht. Als Reizmaterial wurden in Schriftform präsentierte, leicht verständliche und von körperlicher Gewalt freie, moralische sowie nicht-moralische (neutrale) Konfliktsituationen gewählt. In den moralischen Konflikten kollidieren eine moralische Norm und ein persönliches Bedürfnis, wogegen in den neutralen Konflikten entschieden werden muss, welches von zwei persönlichen Bedürfnissen, deren Erfüllung sich wechselseitig ausschließt, befriedigt werden soll. Im Kontrast der fMRT-Daten der beiden Bedingungen wird auf diese Weise spezifisch die zerebrale Aktivität moralischen Urteilens in Alltagskonfliktsituationen sichtbar.

Nach der fMRT-Messung wurden zusätzlich über einen Ratingfragebogen die Qualität und Stärke der bei der Bearbeitung empfundenen Emotion sowie der Sicherheit in der jeweiligen Entscheidung für jeden bereits im Scanner gezeigten Konflikt erfasst.

Im Folgenden sollen zunächst die Ergebnisse der Studie in Bezug auf die gestellten Hypothesen kurz erörtert werden. Hieran schließt die ausführliche Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens im Allgemeinen an. Schließlich soll noch dezidiert auf das Netzwerk der neuronalen Korrelate der an moralischen Urteilen beteiligten Subprozesse eingegangen werden.

### 5.1 Überprüfung der Hypothesen

Bisherige Studien lokalisierten die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens vor allem im Gyrus frontalis medialis, im ventromedialen/ orbitofrontalen präfrontalen Kortex (PFC) und im dorsolateralen PFC, im Sulcus temporalis superior (STS) und Pol des Temporallappens, im Precuneus, posterioren Cingulum und Parietallappen sowie in der Amygdala (Eslinger, 1998; Greene et al., 2001; Moll et al. 2002a; Greene & Haidt, 2002; Heekeren et al., 2003; Moll et al., 2008). Diese Ergebnisse konnten in der

vorliegenden Studie weitgehend auch für moralisches Urteilen in Alltagskonfliktsituationen reproduziert werden. Es zeigten sich im Kontrast der fMRT Aktivität der moralischen Experimentalbedingung gegen die nicht-moralische Bedingung Mehraktivierungen im oberen und mittleren Gyrus frontalis bilateral, vor allem medial, und auch im orbitofrontalen PFC (BA 9, 10), außerdem im oberen und mittleren Gyrus temporalis (BA 21, 22, 38), sowie der TPJ (BA 39, 40) bilateral. Auch Bereiche des Precuneus bilateral (BA 7, 31) und posterioren Cingulums (BA 23) sowie des Thalamus stellten sich mehraktiviert dar. Ferner zeigte sich eine Mehraktivierung im unteren Gyrus frontalis rechts (BA 45). Die Untersuchung der fMRT Aktivität bei unmoralischer Beantwortung eines moralischen Konflikts gegenüber der Aktivität bei moralischer Beantwortung, zeigt eine Mehraktivierung in der Amygdala und des Hippocampus links (BA 28, 34, 35, 36). Somit kann die Hypothese bestätigt werden, dass einfache, von körperlicher Gewalt freie moralische Alltagskonflikte ebenfalls das oben vorgestellte, aus bisherigen Studien bekannte Netzwerk an Gehirnarealen aktivieren. Trotz des Fehlens von direkter Gewalt in den moralischen Szenarien, kam es auch zur Mehraktivierung von typischen mit Emotionsprozessierung assoziierten Arealen wie dem PFC, dem PCC und der Amygdala (Moll et al., 2002b; Harenski & Hamann, 2006; Maddock et al., 2003).

Die Auswertung der Verhaltensdaten ergab, wie erwartet, eine überwiegende Entscheidung der Versuchspersonen für die moralische Antwortalternative (67.57%). Bei immerhin 30.07% also beinahe einem Drittel der moralischen Konflikte wählten die Probanden allerdings den persönlichen Vorteil und entschieden sich damit bewusst unmoralisch. Dies kann als Indikator dafür betrachtet werden, dass die Probanden offen antworteten und nicht nach sozialer Erwünschtheit vorgaben ausschließlich moralisch zu entscheiden. Betrachtet man die statistische Analyse des an die MRT- Messung angeschlossenen Ratingfragebogens zeigt sich, dass sich die Probanden nach Wahl der unmoralischen Antwort signifikant unsicherer waren und sich signifikant schlechter fühlten als bei Wahl der moralischen Lösung des Konflikts.

## **5.2 Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens im Allgemeinen**

Das Gehirnareal, welches am frühesten, nämlich bereits seit Beginn neurologischer Läsionsstudien mit moralischem Urteilen in Verbindung gebracht wurde, ist der präfrontale Kortex (Harlow, 1968). Im Kontrast der fMRT Aktivität der moralischen gegen die nicht-moralische Bedingung stellt dieser in der vorliegenden Studie das zweitgrößte Aktivierungskuster dar. Mehraktivierung wurde hier in einem Bereich nachgewiesen, der sich vom oberen bis in den mittleren Gyrus frontalis bilateral erstreckt. Die Hauptaktivität liegt dort vor allem medial, sie dehnt sich jedoch bis in den orbitofrontalen PFC aus (BA 9, 10). In diesem Bereich waren bisher Mehraktivierungen in allen fMRT Studien gefunden worden, welche sich mit moralischem Urteilen beschäftigten. So etwa in Studien, die die Bewertung von moralischen Aussagen in Satzform als auditive oder visuelle Stimuli verlangten, gleich ob sie mit neutralen oder emotionalen neutralen Stimuli kontrastiert wurden (Moll, 2001; Moll et al., 2002a; Heekeren et al., 2003), außerdem in einer Studie, in welcher schriftlich, visuell präsentierte Geschichten sozialer Interaktion aus Web-Blogs in moralisch und nicht-moralisch eingeteilt werden mussten (Kaplan et al. 2016). Ferner in einer Studie welche die implizite Bewertung definierten Bildmaterials mit nicht moralisch emotionalem und moralischem Inhalt aus dem International Affective Picture System untersuchte (Moll et al., 2002b) und auch in den Untersuchungen von Greene et al. (2001) welche mit moralischen Dilemmata als Stimuli arbeiteten, zeigte sich der mediale PFC mehraktiviert. In einer Studie von FeldmanHall, Hobbs und Dalgleish (2014), in der moralische Konflikte in leicht und schwierig zu entscheidende Konflikte unterteilt und in Satzform visuell präsentiert wurden, kam es lediglich bei einfachen moralischen Entscheidungen zu einer Mehraktivierung des medialen PFC gegenüber neutralen Konflikten, bei schwierigen moralischen Konflikten allerdings zu einer Minderaktivierung. Die Autoren postulieren als Ursache die Verlagerung der Aktivität bei schwierigen Konflikten auf andere Areale wie die temporoparietale Junktion.

Hinsichtlich des Versuchs einer Abgrenzung der "rationalen" Moral von ihrer emotionalen Komponente ist interessant, dass der mediale PFC sowohl in Studien, welche den Effekt der Emotionsprozessierung kontrollierten, indem sie den moralischen Stimuli starke emotionale Stimuli gegenüberstellten (Moll et al., 2002a; Moll et al., 2002b), als auch bei Studien, die ausschließlich die neuronalen Korrelate moralischer

Emotionen untersuchten, mehraktiviert gefunden wird (Zahn et al., 2009; Young & Koenigs, 2007; Takahashi et al., 2004; Wagner, N'Diaye, Ethofer, & Vuilleumier, 2011). Als Stimuli zur Untersuchung moralischer Emotionen verwandten Takahashi et al. (2004) und Zahn et al. (2009) schriftlich präsentierte Aufforderungen sich ein bestimmtes Verhalten - entsprechend oder entgegen einer moralischen Norm - gegenüber einer anderen Person vorzustellen; Wagner et al. (2004) ließen ihre Versuchspersonen während der Messung autobiographische Erlebnisse von Schuld und Scham erinnern. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte eine funktionelle Spezialisierung innerhalb des mPFC sein (s.u.), welche von diesen Studien nicht berücksichtigt wurde (Moll et al., 2002b; Amodio & Frith, 2006). Ebenfalls denkbar ist es jedoch, dass die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens und die Prozessierung moralischer Emotionen im mPFC nicht von einander abgekoppelt werden können da moralische Emotionen moralischem Urteilen möglicherweise inhärent sind.

Die bisherigen Befunde, angefangen von Läsionsstudien bis hin zu fMRT Studien, die dem mPFC beim moralischen Urteilen eine Schlüsselrolle zukommen lassen, können mit den Ergebnissen dieser Studie bestätigt werden und somit auch auf moralisches Urteilen in alltäglichen moralischen Konflikten ausgeweitet werden.

Ein weiteres Areal neben dem mPFC, welchem bei moralischem Urteilen große Bedeutung zukommt, ist der Sulcus temporalis superior (STS) mit der temporoparietalen Junktion (TPJ). In der vorliegenden Studie umfasst dieses größte Cluster der Mehraktivierung die Gyri temporales superiores et medii und dehnt sich bis in die TPJ beidseits aus (BA 21, 22, 38, 39, 40). In diesen Gehirnregionen wurde in den bildgebenden Studien zu aktivem sowie intuitivem Beurteilen von auditiv oder visuell präsentierten moralischen Aussagen oder Bildern sowie der Entscheidung in moralischen Dilemmata von Moll et al. (2001, 2002a, 2002b), Greene et al. (2001) sowie Heekeren et al. (2003), Harenski, Antonenko, Shane und Kiehl (2010) und FeldmannHall, Mobbs und Dalgleish (2014) Mehraktivität nachgewiesen. In Studien zu moralischen Emotionen kam es zu keiner konsistenten Mehraktivierung des STS/TPJ. In einer Studie zu moralischen Emotionen von Zahn et al. (2009) kam es vielmehr zu einer generellen Aktivierung dieser Region bei Aufgaben, welche soziale emotionale Interaktion beinhalten. Koster-Hale, Saxe, Dungan und Young (2013) konnten hingegen zeigen, dass die rTPJ bei der moralischen Bewertung visuell präsentierter moralischer Szenarien mit beabsichtigter Schädigung einer Person gegenüber neutralen Szenarien mit unverschuldeter Schädigung einer Person mehraktiviert ist. In beiden Fällen handelt

es sich um eine soziale Interaktion mit notwendiger Intentionsattribution, welche als Komponente moralischen Urteilens in Betracht kommt.

Auch die in der vorliegenden Arbeit beobachteten Mehraktivierungen des Precuneus bilateral (BA 7, 31) wurden als an moralischem Urteilen beteiligt bereits bei Moll (2001) und Moll et al. (2002a) vorbeschrieben. Die Mehraktivierung des posterioren Cingulums (BA 23) konnten Greene et al. (2001) und Harenski et al. (2010) sowie Pujol et al. (2007) nachweisen. Pujol und Kollegen verwendeten Cartoons mit Szenen moralischen Inhalts (Dilemmata und Konflikte) sowie neutrale Szenen als Stimuli zur Untersuchung moralischen Urteilens bei Adoleszenten. Untersuchungen zu moralischen Emotionen kamen in dieser parietalen Region zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während Wagner et al. (2011) sowohl PCC, als auch Precuneus bei der Verarbeitung moralischer Emotionen nachwiesen, fanden Harenski & Hamann (2006) nur den PCC, Zahn et al. (2009) dagegen keine Mehraktivierungen in diesen Arealen.

Eine Aktivierung der Amygdala wurde bisher bei der Beurteilung von moralischen Aussagen hoher emotionaler Valenz, sowie bei moralischen Emotionen nachgewiesen (Moll et al., 2002a; Wagner et al., 2011). Zahn et al. (2009) konnten in ihren Untersuchungen zu moralischen Emotionen jedoch keine Amygdalamehraktivierung nachweisen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse bisheriger Studien zu bewusstem oder impliziten moralischem Urteilen bei einfachen moralischen Aussagen, Bildern oder Cartoons oder komplexen moralischen Dilemmata für Entscheidungen in alltäglichen moralischen Konflikten reproduziert werden konnten.

### **5.3 Diskussion der neuronalen Korrelate moralischen Urteilens im Hinblick auf die beteiligten Einzelprozesse**

Betrachtet man die Vielzahl an Gehirnarealen welche in dieser Studie und in den erwähnten bisherigen Studien mit moralischem Urteilen in Verbindung gebracht werden, sowie die Menge an Funktionen, die wiederum diesen Arealen zugesprochen wird, so ist es augenfällig, dass es „das“ Gehirnareal des moralischen Urteilens nicht gibt. Dies ist schon aufgrund der eingangs vorgestellten Einzelprozesse, welche zu moralischem Urteilen nötig sind, nicht zu erwarten. Würde man versuchen alle diese Einzelprozesse von moralischem Urteilen abzutrennen, so bliebe, wie Greene et al.



(2002) bemerkten, höchstwahrscheinlich nichts mehr davon übrig. Da die meisten dieser Einzelprozesse wiederum auf Netzwerken aus verschiedenen Gehirnarealen beruhen, sollen im Folgenden die Ergebnisse dieser Studie in Beziehung zu den Subprozessen nicht für jedes Gehirnareal einzeln, sondern anhand der postulierten Netzwerke der Subprozesse interpretiert werden.

Ein Netzwerk aus medialem sowie orbitofrontalem PFC, STS, TPJ und Precuneus wird abgesehen von Studien zu moralischem Urteilen am häufigsten von Studien zur Theory of Mind erwähnt (Bzdok et al., 2012, Carrington & Bailey, 2009; Gallagher et al., 2000; Frith & Frith, 2006; Sommer et al., 2007; Saxe & Wexler, 2005). Theory of Mind (ToM) stellt die Fähigkeit zur Zuschreibung mentaler Zustände und Bewusstseinsvorgänge anderer Menschen dar. Solche mentalen Zustände können beispielsweise Wahrnehmung, Wissen, Erwartungen, Gefühle, Bedürfnisse und Absichten einer anderen Person sein und dienen zur Interpretation und Vorhersage des Verhaltens dieser Person. Dabei ist ein zentrales Merkmal der ToM, dass sie eine Abstraktion des geistigen Zustands der anderen Person von der Realität und von dem eigenen geistigen Zustand, d.h. eigenen Gefühlen, Absichten und Wünschen beinhaltet (Frith & Frith, 2006). Bei der Beurteilung von moralischen Konflikten im Gegensatz zu neutralen Konflikten ist ToM notwendig, da moralisches Handeln immer sozial bedeutsames Handeln ist, welches eine direkte oder indirekte Interaktion mit anderen Menschen (in unserem Paradigma) bzw. Lebewesen im Allgemeinen verlangt. Zentral ist hierbei das (An-) Erkennen der Bedürfnisse, Ziele und Emotionen anderer Lebewesen, welches nur durch ein „Heinversetzen“ (*belief*-, *Intentions*-, *Emotionsattribution*) in diese Lebewesen gelingt. Es ist nicht möglich moralisch zu Urteilen ohne zu erkennen, dass eine Handlung beziehungsweise das Unterlassen einer Handlung möglicherweise eine Person schädigt indem sie ihren Interessen z.B. auf körperliche und geistige Unversehrtheit, Selbstbestimmung oder soziale Verlässlichkeit entgegensteht<sup>2</sup>. In unserem Beispiel des Schrankverkaufs (siehe Abb. 2.1), wird die Versuchsperson ToM möglicherweise anwenden im Rahmen der "belief"-Attribution: *der erste Interessent glaubt er wird den Schrank erhalten; er verlässt sich auf die Zusage*, im Rahmen der Intentionsattribution: *der Interessent möchte den Schrank zum vereinbarten Preis erwerben; er hat ihn möglicherweise schon in seiner Wohnungseinrichtung eingeplant; die Ziele des Interessenten und des Verkäufers (der*

<sup>2</sup> ToM bildet Grundvoraussetzung nicht nur für moralisches Handeln – auch die Fähigkeit erfolgreich zu lügen und täuschen beruht auf Perspektivenübernahme (vgl. Talwar & Lee, 2008)

*Versuchsperson) hinsichtlich des Preises des Schrankes sind nicht identisch oder im Rahmen der Emotionsattribution: der Interessent empfindet Freude über den erwarteten Besitz des neuen Schrankes; er wird sich möglicherweise enttäuscht fühlen falls er ihn doch nicht bekommt.* Diese Erwägungen sind Voraussetzung für das Erkennen des moralischen Konfliktes und der möglichen Anwendung einer moralischen Norm. In neutralen Konfliktsituationen sind diese Attributionen mentaler Zustände dagegen nicht notwendig, denn hier geht es um das Abwägen zweier persönlicher Bedürfnisse des Akteurs, deren Erfüllung primär keine Konsequenzen für andere Personen hat.

Hilfreich zur Erkennung und Lösung eines moralischen Konfliktes ist auch der Abgleich mit eigenen Erfahrungen ähnlicher Art. Ein Netzwerk aus PFC, PCC und der TPJ ist laut einer Metaanalyse 24 bildgebender Studien durch Svoboda, McKinnon und Levine (2006) mit visuell-bildlicher Erinnerung aus dem episodischen autobiographischen Gedächtnis assoziiert. Nach den Arbeiten von Knauff, Fangmeier, Ruff und Johnson-Laird (2003), Fletcher et al. (1995) und Cavanna & Trimble (2006) muss auch insbesondere dem Precuneus eine Funktion in diesem Netzwerk zugebilligt werden. Erfahrungen aus eigenen Erlebnissen können wichtige Orientierungsleitlinien in moralischen Konflikten sein. Zum Beispiel, wenn sich der Akteur in der Vergangenheit selbst als Geschädigter in einer ähnlichen Situation befunden hat oder bereits einen ähnlichen moralischen Konflikt gelöst hat und sich die eigene emotionale oder gesellschaftliche Reaktion vergegenwärtigt (Keller, 2005).

Eine bedeutsame Komponente moralischen Urteilens stellt zweifelsohne, wie schon oben erwähnt, die Prozessierung (moralischer) Emotionen dar. Mehraktivierte Areale dieser Studie, welche mit Emotionsprozessierung in Verbindung gebracht werden sind insbesondere der mPFC, PCC und die Amygdala (Wagner et al., 2011; Moll et al. 2002a, Zahn et al., 2009; Ochsner & Gross, 2005; Vogt, 2005; Maddock, Garrett, & Buonocore, 2003; Adolphs, 2008). Hierbei kommt der Amygdala, welche Projektionen zu PCC und PFC besitzt (Adolphs, 2008), nach vorherrschender Meinung die Prozessierung allgemeiner Basisemotionen zu (Phan, Wager, Taylor, & Liberzon, 2002). Der PCC ist als Teil des Limbischen Systems laut einer Untersuchung von Vogt (2005) vor allem an der Integration von Emotionen in Bezug auf ihre „Selbst“-Relevanz und am Abgleich mit dem autobiographischen Emotionsgedächtnis beteiligt. Der PFC und besonders der OFC kann laut einiger Autoren funktionell noch weiter unterteilt werden (Moll et al., 2002b; O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak, & Andrews, 2001). So fanden Moll et al. (2002b) Mehraktivierung des anterioren medialen OFC bei der

Beurteilung von Aussagen welche negative moralische Emotionen provozieren, während Aussagen, welche mit negativen nicht moralischen Emotionen assoziiert sind, Mehraktivierung im lateralen OFC hervorriefen. Diese Untergliederung stellen jedoch Phan et al. (2002) in Frage, denn sie konnten in ihrer Meta-Analyse weder eine emotionsspezifische Untergliederung des PFC, noch eine Untergliederung in Emotions- und Kognitionsareale belegen.

Doch welche Rolle spielt der PFC nun in der Emotionsprozessierung? Ochsner & Gross (2005) postulieren in ihrer Übersichtsarbeit eine Beteiligung des PFC an der kognitiven Kontrolle von Emotionen. Sie gehen von einer kontextbezogenen Bewertung von Emotionen und entsprechenden Modulierung von Handlungsoptionen im PFC aus. Auch Miller & Cohen (2001) interpretieren die PFC Funktion hinsichtlich der Emotionsprozessierung in einer Top-down Kontrolle übergeordneter Präferenzen und Handlungsziele störender Impulse. Greene et al. (2001) konnten allerdings eine Mehraktivierung des PFC nur bei besonders starken emotionalen moralischen Dilemmata, welche sie als „moral personal“ Dilemmata bezeichneten, nicht aber bei weniger affektiven „moral impersonal“ Dilemmata nachweisen. Da sich die meisten Versuchspersonen in diesen Dilemmata gemäß ihren Emotionen entscheiden, interpretieren Greene und Kollegen diese PFC Aktivierung als Bestätigung des dominierenden Einflusses der Emotion gegenüber deliberativem moralischem Urteilen. Darauf aufbauend entwickelten Greene & Haidt (2002) ihre Theorie des Social Intuitionist Models in der sie moralisches Urteilen als überwiegend von raschen intuitiven, emotionsgeprägten Bewertungen bestimmt betrachten. Dem gegenüber könnte man jedoch auch mit Miller & Cohen (2001) argumentieren, dass die PFC Aktivierung in der „moral personal“ Bedingung gerade ein Hinweis auf deliberatives Urteilen, also einer Prüfung und gegebenenfalls Inhibition der bei diesen Dilemmata auftretenden starken Emotionen darstellen könnte, ohne eine Vorrausage über den Ausgang dieses Abwägungsprozesses zu treffen. Diese These wird gestützt durch aktuelle Arbeiten von Harenski, Antonenko, Shane und Kiehl (2010) sowie Kuo, Sjostrom, Chen, Wang und Huang (2009), welche die neuronalen Korrelate deliberativen und impliziten (intuitiven) moralischen Urteilens adressierten. In der expliziten, nicht aber in der impliziten Bedingung zeigten sich Mehraktivierungen des mPFC. Harenski et al. schließen daraus, dass der mPFC vor allem an der kognitiven Prozessierung moralischer Stimuli beteiligt ist. Dieses Ergebnis widerspricht zwar Befunden von Moll et al. (2002b) welche auch bei passiver Bildbetrachtung eine

Mehraktivierung des PFC nachweisen konnten, jedoch muss die Passivität (= fehlende Reflektion) während der Betrachtung moralisch relevanter Bilder in dieser Studie in Frage gestellt werden.

Die genannten Interpretationsvorschläge zusammenfassend lässt sich in Bezug auf die vorliegende Studie postulieren, dass moralisches Urteilen eng mit (moralischen) Emotionen verknüpft ist, was sich in einer Aktivierung von emotionsprozessierenden Arealen sowohl durch Stimuli mit hoher emotionaler Valenz, wie komplexe moralische Dilemmata mit Komponenten direkter körperlicher Gewalt, sowie durch einfache, von körperlicher Gewalt freie moralische Konflikte zeigt. Die Untersuchungen von Moll et al. (2002a; 2002b) deuten daraufhin, dass sich die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens von den Korrelaten moralischer Emotionen durch Kontrastierung mit nicht-moralischen Emotionen nicht separieren lassen. Dies kann die Mehraktivierung von an Emotionsprozessierung beteiligten Gehirnarealen im Kontrast der moralischen mit der neutralen Bedingung erklären. Ob man (moralischen) Emotionen eine eindeutige Rolle entweder als Antrieb moralischen Urteilens (Nunner-Winkler, 1996; Haidt & Joseph, 2007) oder eher als Bias, den es durch kognitives Denken zu kontrollieren gilt (Kohlberg, 1969), zuschreiben kann, ist gegenwärtig ungeklärt (siehe auch Huebner, Dwyer, & Hauser, 2009). Einerseits ist die Emotionsprozessierung Grundlage moralischen Urteilens, da sie das Verstehen moralisch relevanter Situationen ermöglicht. Erst durch den Abgleich der aktuellen Situation mit vergangenen emotionalen Ereignissen im autobiographischen Gedächtnis (vermittelt durch den PCC), ist Emotionsattribution und die Vorhersage der emotionalen Konsequenzen eines Verhaltens möglich, was wie oben dargestellt zu moralischem Urteilen beiträgt. Kommt es bei der Emotionsattribution zur Generierung bzw. Perzeption eigener Emotionen, so können diese zu Empathie führen und so Motivation für moralisches Urteilen sein. Auch bei der Bewertung von Vorteilen und Nachteilen bzw. Risiko und Belohnung des jeweiligen Verhaltens in einem moralischen Konflikt spielen Emotionen eine wichtige Rolle (s.u.). Andererseits können in dem vorliegenden Paradigma positive Emotionen für die Verhaltensoption, welche dem akuten persönlichen Bedürfnis entspricht (der unmoralischen Verhaltensalternative) natürlich auch moralischem Verhalten entgegenstehen. Zur Integration dieser verschiedenen Emotionen und Handlungsimpulse sowie der Inhibition des letztlich nicht gewählten Verhaltens könnte der mPFC beitragen (Miller & Cohen, 2001).

Betrachtet man die Aktivierung der Amygdala in dieser Studie unter Bezug auf die Verhaltensdaten genauer, ergibt sich eine interessante Interpretationsmöglichkeit. Signifikante Mehraktivierung der Amygdala und des angrenzenden Hippocampus wurde im Kontrast der fMRT Aktivität bei unmoralischer Beantwortung gegenüber moralischer Beantwortung eines Konfliktes festgestellt. Bisherige fMRT Untersuchungen zur Emotion wiesen, wenn nicht ausschließlich, so doch überwiegend für negative Emotionen (Furcht, Trauer) eine Aktivierung der Amygdala nach (Phan et al., 2002; Sabatinelli, Bradley, Fitzsimmons, & Lang, 2005). Unter Einbeziehung der Verhaltensdaten, welche bei unmoralischer Beantwortung eines Konfliktes ein signifikant schlechteres Gefühl kombiniert mit signifikant größerer Unsicherheit zeigten, könnte man die Amygdalaaktivierung als Korrelat der bei Übertretung einer moralischen Norm auftretenden negativen Emotionen wie Schuld, Scham oder Angst vor gesellschaftlichen negativen Konsequenzen, gemeinhin als „schlechtes Gewissen“ bezeichnet, interpretieren.

Ein mögliches Bindeglied zwischen moralischem Urteilen, ToM und Emotionen stellt Empathie dar. Im Unterschied zur ToM beinhaltet Empathie nicht nur das Nachvollziehen von geistigen Zuständen anderer Lebewesen sondern auch die persönliche Nach-Erfahrung von Emotionen dieser Lebewesen beziehungsweise die Generierung zusätzlicher Emotionen. Empathie wiederum kann ein potentieller Motivator für moralisches und prosoziales Verhalten sein (Nunner-Winkler, 1996; Hoffmann, 1975; Bischof-Köhler, 2012). Im Vergleich mit den in der vorliegenden Studie aktivierten Arealen wurden der mPFC mit OFC, STS, TPJ, Precuneus, PCC und Amygdala bisher auch in Studien zu empathischem Urteilen nachgewiesen. Konsistent in allen Untersuchungen wurden OFC/PFC und STS/TPJ aktiviert (Völlm et al., 2006; Farrow et al., 2001; Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta, & Lenzi, 2003). Zur experimentellen Untersuchung nutzten Carr et al. (2003) Bilder von menschlichen emotionalen Gesichtsausdrücken, welche von den Probanden imitiert werden sollten; Völlm et al. (2006) baten ihre Probanden Bildergeschichten, Farrow et al. (2001) schriftliche Aussagen empathisch zu beurteilen. Bzdok et al. (2012) fanden in ihrer Meta-Analyse von Studien zu Moral, ToM und Empathie eine konsistente Aktivierung von dorsomedialen PFC, TPJ und rechtem Gyrus temporalis medius, als an allen drei genannten mentalen Prozessen beteiligtes Netzwerk.

Es ist denkbar, dass Empathie auch in der moralischen Bedingung des Paradigmas der vorliegenden Studie eine Rolle spielt, beispielsweise bei moralischen Konflikten,

welche die Entscheidung einem fremden Menschen in einer Notsituation zu helfen oder eigenen Interessen zu folgen, verlangen. Auch antizipatorische Empathie könnte bei der Berücksichtigung der Konsequenzen in einem moralischen Konflikt die Entscheidung beeinflussen. In neutralen Konflikten ist dagegen kein empathisches Urteilen nötig, denn hier müssen nur die handelnde Person selbst betreffende Präferenzen abgewogen werden.

Eine weitere Interpretationsmöglichkeit der Kombination von Mehraktivierungen in präfrontalen (mPFC), temporalen (STS) und parietalen (PCC, Precuneus) Gehirnregionen stellt das von Gusnard, Akbudak, Shulman, & Raichle (2001) postulierte *default mode* - Netzwerk dar. In ihrer Metaanalyse untersuchten sie die zerebrale Aktivierung, welche auftritt wenn ein Mensch in einem fMRT Scanner gerade keine Tätigkeit ausführt und keine externen Reize verarbeitet. Überraschenderweise war die angenommene Ruheaktivität des Gehirns nicht etwa geringer, sondern meist sogar ausgeprägter als bei Bearbeitung einer definierten Aufgabe. So kann man häufig bei Aufnahme einer konkreten Tätigkeit in einem Versuchsaufbau Deaktivierungen in den beschriebenen Arealen beobachten. Die populärste Deutung dieses Effekts geht von selbstbezogenen Denkprozessen, von einem In-Bezug-Setzen von Selbst und Umwelt während dieser Ruhezeiten zwischen experimentellen Aufgaben aus (Gusnard & Raichle, 2001; Ochsner et al. 2005; Greene & Haidt, 2002). Einige Studien untersuchten diese These indem sie Paradigmen zur *Selbstbeurteilung* entwickelten. Kelley et al. (2002) und Ochsner et al. (2005) verwendeten dazu menschliche Eigenschaften beschreibende Adjektive in Schriftform, welche von den Probanden auf das Zutreffen auf die eigene Persönlichkeit bewertet werden sollten. Vor allem die mutmaßliche Beteiligung des mPFC und PCC an selbstbezogenem Urteilen konnte so bestätigt werden (Kelley et al., 2002; Ochsner et al., 2005; Johnson et al., 2005). Moralische Prinzipien oder Handlungsregeln haben einen großen Anteil am Selbstbild - *wer möchte ich sein? Wie möchte ich wahrgenommen werden?* - Solche Überlegungen, gemeinhin als „Introspektion“ bezeichnet und auf ToM aufbauend, können Motivation für moralisches Urteilen sein und sich damit in den neuronalen Korrelaten moralischen Urteilens abbilden (Nunner-Winkler, 1996; Keller, 2005; Novak & Sigmund, 2005; Amodio & Frith, 2006; Greene & Haidt, 2002). Die Entscheidung in neutralen Konflikten benötigt zwar ebenso ein gewisses Maß an Introspektion um aktuelle Präferenzen und vegetative physiologische Bedürfnisse abzuwägen, im Vergleich dazu, haben moralische Entscheidungen jedoch deutlich stärkere Auswirkungen auf das

Selbstkonzept, denn die Konsequenzen, auch emotionaler Art, sind ungleich weitreichender und benötigen daher ein höheres Maß an Introspektion. Somit wäre die Mehraktivierung im Vergleich der moralischen mit der neutralen Bedingung in dieser Studie erklärbar.

In den Aktivierungen des mPFC und besonders des OFC spiegelt sich möglicherweise auch ein grundlegender Prozess der Entscheidungsfindung wieder: das Abwägen der Handlungsalternativen nach den antizipierten positiven und negativen Konsequenzen der jeweiligen Alternative. Eine Beteiligung des mPFC wurde sowohl für die Bewertung direkter „Belohnung“ und „Bestrafung“ (angenehmer oder unangenehmer Geruch, Geschmack, Berührung/Schmerz) als auch abstrakter Repräsentanten (Gewinn/ Verlust von Geld/Tokens) gezeigt (Rolls, 2004; O’Doherty et al., 2001). O’Doherty postulieren eine Subspezifikation des OFC in einen medialen, bei erwarteter positiver Konsequenz einer Handlung aktivierten Anteil, sowie einen lateralen, bei negativer Konsequenz einer Handlung aktivierten Anteil. Auch bei Aufschub einer sofort verfügbaren Belohnung zu Gunsten einer höherwertigen jedoch mit Aufwand verbundenen Belohnung konnte eine mPFC Aktivierung nachgewiesen werden (McCabe, Houser, Ryan, Smith, & Trouard, 2001). Amodio und Frith (2006) fassen diese Ergebnisse allgemeiner als Kosten-Nutzen Analyse und Vorhersage und Bewertung von Handlungskonsequenzen auf.

Zur Entscheidung in moralischen Konflikten kann eine Kosten-Nutzen Analyse beitragen, indem erwartete Vor- und Nachteile des moralischen/unmoralischen Verhaltens bewertet werden. Vorteile moralischen Verhaltens aus psychologischer Sicht können zum Beispiel moralischer Stolz, welcher sich möglicherweise in einem bei moralischer Beantwortung im Vergleich zu unmoralischer Beantwortung nachgewiesenen positiveren Gefühl äußert oder Selbstkonsistenz sein, welche sich in einer bei moralischer Beantwortung nachgewiesenen höheren Sicherheit äußert. Ein Nachteil könnte Ärger über die Nichterfüllung des aktuellen Wunsches sein. Vorteil des unmoralischen Verhaltens hingegen kann beispielsweise Freude über die Erfüllung des persönlichen Bedürfnisses sein. Nachteile können Schuldgefühle oder Scham ob des moralischen Versagens oder Selbstinkonsistenz sein, welche sich in einem bei unmoralischer Beantwortung im Vergleich zu moralischer Beantwortung nachgewiesenem negativeren Gefühl und geringerer Sicherheit niederschlagen. Selbstverständlich wird auch in neutralen Konflikten möglicherweise eine solche Bewertung der Handlungsalternativen nach Aufwand und Ertrag vorgenommen; wir

postulieren jedoch (s.o.) eine stärkere zukünftige Auswirkung der Konsequenzen der Entscheidung in einem moralischen Konflikt (auch auf das Selbstbild des Probanden), sodass trotzdem im Vergleich der moralischen mit der neutralen Bedingung eine Mehraktivierung resultiert.

## 6. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie ist die erste wissenschaftliche Arbeit, welche die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens in von direkter körperlicher Gewalt freien, einfachen Alltagskonflikten bei gesunden Menschen mithilfe eines fMRI Paradigmas untersuchte. Bisherige Studien verwendeten in ihren Paradigmen oft komplexe, aus dem philosophischen Diskurs bekannte moralische Dilemmata oder Stimuli von starker emotionaler Valenz (z.B. bewusste Körperverletzung bis hin zum Mord). Da moralisches Urteilen im täglichen Leben zu allermeist nicht aus moralischen Dilemmata sondern aus Konflikten zwischen persönlichen Vorteilen oder Präferenzen und moralischen Normen besteht, muss die ökologische Validität dieser Studien in Frage gestellt werden. Ferner muss man einen Bias durch die, bei Bearbeitung von körperliche Gewalt beinhaltenden Aufgaben auftretenden starken Emotionen vermuten. Um diese potentiellen Einflüsse zu kontrollieren wurden in der vorliegenden Studie leicht verständliche, in Schriftform präsentierte, von körperlicher Gewalt freie Konflikte zwischen einem persönlichen Bedürfnis und einer moralischen Norm eingesetzt. Diesen wurden neutrale Konflikte zwischen zwei persönlichen Bedürfnissen oder Präferenzen gegenübergestellt. Der subtraktive Kontrast der fMRT Aktivitäten dieser beiden Bedingungen (moralisch > neutral) ergab Mehraktivierungen beidseits im oberen und mittleren Gyrus frontalis einschließlich des orbitofrontalen PFC (BA 9, 10) vor allem medial, außerdem im oberen und mittleren Gyrus temporalis (STS) (BA 21, 22, 38) bis in die temporoparietale Junktion (BA 39, 40) bilateral; überdies bilateral im Precuneus (BA 7, 31), posterioren Cingulum (BA 23) und Thalamus sowie im unteren Gyrus frontalis rechts (BA 45). Im Kontrast der fMRT Aktivierungen bei unmoralischer gegenüber moralischer Antwort zeigt sich Mehraktivierung in der Region der Amygdala und des Hippocampus. Zusätzlich wurden nach der fMRT Messung in einem Fragebogen Qualität und Stärke der Emotion und Sicherheit bei Bearbeitung jedes einzelnen der zuvor bearbeiteten Konflikte erhoben. Die Versuchspersonen wählten



überwiegend (im Mittel bei 19 von 28 Fragen) die moralische Antwortalternative. Bei moralischer Beantwortung eines Konfliktes gaben sie ein signifikant positiveres Gefühl und eine signifikant größere Sicherheit an, als bei unmoralischer Beantwortung eines Konfliktes. Das im Kontrast der moralischen mit der neutralen Bedingung mehraktivierte Netzwerk ist weitgehend identisch mit den aus bisherigen Studien zu moralischem Urteilen bekannten Gehirnarealen (Greene et al., 2001; Moll et al., 2002a; Moll et al., 2002b; Greene & Haidt, 2002; Heekeren et al., 2003; Pujol et al., 2007; Moll et al., 2008; Harenski et al., 2010). Somit können die Ergebnisse dieser Studien auch für moralisches Urteilen in von direkter körperlicher Gewalt freien Alltagskonflikten reproduziert werden. Moralisches Urteilen ist ein komplexer kognitiver Prozess, beruhend auf verschiedenen Subprozessen, welche sich auch in den in dieser Studie ermittelten neuronalen Korrelaten ausdrücken. Bisher konnten keine Gehirnareale nachgewiesen werden, die ausschließlich moralischem Urteilen dienen. Trotz des Fehlens von direkter körperlicher Gewalt zeigte sich auch in der vorliegenden Studie eine Mehraktivierung von typischen Arealen der Emotionsprozessierung. Dies weist auf die enge Verknüpfung von moralischem Urteilen und (moralischen) Emotionen hin, welche sowohl Motivation für oder wider moralisches Verhalten, als auch Folge desselben sein können. Die Amygdala wird insbesondere mit der Prozessierung negativer Emotionen assoziiert, was in der Auswertung der Verhaltensdaten für unmoralische Beantwortung nachvollzogen werden konnte. Neben Emotionsprozessierung ist auch Theory of Mind, deren neuronale Korrelate sich mit den in dieser Studie nachgewiesenen decken, ein Kernbestandteil moralischen Urteilens, denn die Attribution mentaler Zustände ist essentiell für das Erkennen moralisch relevanter Situationen. Überdies wurden neuronale Korrelate weiterer an moralischem Urteilen beteiligter kognitiver Prozesse diskutiert. So unter anderem der Abruf von episodischen und autobiographischen Gedächtnisinhalten, einerseits zur Vorhersage von Handlungskonsequenzen, andererseits als möglicher Trigger empathischer Gefühle. Ebenso wurde Empathie, welche ein Motivator für moralisches Urteilen sein kann, Introspektion und Abgleich der Konsequenzen der Handlungsalternativen mit dem Selbstbild, sowie die (emotionale) Analyse des Kosten-Nutzen Verhältnisses (behavioral: „Belohnung“ bzw. „Bestrafung“) in Bezug zu den neuronalen Korrelaten moralischen Urteilens als mögliche Subprozesse besprochen.

## 7. Kritik und Ausblick

Möchte man die Aussagekraft dieser Studie beurteilen, muss man zunächst die Einschränkungen der Untersuchungstechnik in Betracht ziehen. So besitzt die funktionelle Magnetresonanztomographie im Vergleich zu anderen Methoden der funktionellen Bildgebung zwar ein sehr gutes räumliches Auflösungsvermögen, jedoch nur ein geringes zeitliches Auflösungsvermögen. In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Messung der zerebralen Aktivität methodisch bedingt über eine Zeitspanne von 15s. Dies bedeutet einerseits, dass ein Mehraktivierungscluster möglicherweise durch Überlagerung von mehreren zeitlich und räumlich getrennten neuronalen Prozessen zustande kommt. Betrachtet man die Gesamtheit der mehraktivierten Regionen, so kann andererseits die zeitliche Reihenfolge deren Aktivierung und somit der entsprechenden postulierten Subprozesse moralischen Urteilens mittels fMRT Technik nicht bestimmt werden. Dies wäre zur weiteren Differenzierung der neuronalen Korrelate dieser Einzelprozesse, aber auch der Rekonstruktion des Gesamtablaufs wünschenswert. Zukünftige Studien könnten möglicherweise durch kombinierte Anwendung von fMRT und zur Messung neuronaler Aktivität geeigneter Untersuchungstechniken mit höherem zeitlichem Auflösungsvermögen wie Ereigniskorrelierte Potentiale (*event-related potentials*, ERP) eine zeitliche Zuordnung treffen. Auch neuere Methoden wie die Magnetoenzephalographie mit gutem räumlichem und zeitlichem Auflösungsvermögen sollten für zukünftige Untersuchungen in Betracht gezogen werden.

Ferner muss berücksichtigt werden, dass es sich bei der fMRT um eine Methode handelt, welche die zerebrale Aktivität nur indirekt über die Veränderung der zerebralen Perfusion bzw. der Hämoglobinoxygenierung abbildet. Hierzu wird ein linearer Zusammenhang zwischen neuronaler Aktivität, Perfusion (vermittelt durch vasoaktive Mediatoren wie *NO*) und Hämoglobinoxygenierung angenommen (Logothetis & Wandell, 2004). Effekte durch andere physiologische Einflüsse und Wechselwirkungen verschiedener Mediatoren sind somit nicht auszuschließen.

Hinsichtlich des Paradigmas ist an erster Stelle die ökologische Validität zu hinterfragen. Die vorliegende Studie erforscht zwar im Unterschied zu bisherigen Untersuchungen moralisches Urteilen in möglichst realitätsnahen Alltagssituationen, es handelt sich jedoch bezüglich des Informationsgehalts um grobe Vereinfachungen echter moralischer Konflikte. So fehlen einige in der Realität wichtige Faktoren wie die genaue Vorgeschichte und Rahmenbedingungen, die konkrete Interaktion mit einer

lebendigen Person oder die nonverbale Kommunikation zwischen den Akteuren. Das Experiment behält hypothetischen Charakter, denn die Beurteilung der Konflikte im Scanner hat in der Realität keine Konsequenz. Auch die erhobenen Verhaltensdaten müssen unter diesem Gesichtspunkt betrachtet werden. Es wäre denkbar, dass Probanden nach sozialer Erwünschtheit die moralische Antwortalternative wählen, beziehungsweise sich nach ihrem angestrebten Selbstbild für moralischer halten, als sie sich tatsächlich verhalten würden. Umgekehrt kann es auch sein, dass sich Probanden selbst für relativ unmoralisch halten und im Experiment dementsprechend entschieden haben, sich in der konkreten Situation z.B. durch zusätzliche Stimuli (wie nonverbale Kommunikation) hervorgerufene Empathie letztlich doch moralisch entscheiden würden. Die neuronale Aktivität moralischen Handelns in seiner natürlichen Umgebung kann mit der aktuellen Technik nicht beobachtet werden. Zukünftige Experimente könnten hier möglicherweise durch die simultane Untersuchung der virtuellen Echtzeit-Interaktion mehrerer Versuchspersonen mittels verschiedener fMRT Scanner (vgl. Casebeer, 2003) oder durch Verwendung geeigneter portabler Messgeräte höhere Validität erreichen.

Die Interpretation der Ergebnisse betreffend muss berücksichtigt werden, dass moralisches Urteilen in sehr komplexes soziales Verhalten darstellt, welches auf verschiedenen Prozessen höherer Kognition aufbaut. Daher ist es nicht verwunderlich, dass moralisches Urteilen ein weites, beinahe den gesamten Kortex überspannendes Netzwerk an Gehirnarealen aktiviert. Zusammengenommen mit der Tatsache, dass sehr unterschiedliche Paradigmen zu höheren Funktionen sozialer Kognition bisweilen ähnliche fMRT Aktivitätsmuster zeigen ergibt sich, dass eine spezifische Funktionszuweisung einzelner Areale hinsichtlich höherer Kognition, wie sie in der Vergangenheit versucht wurde, nur bedingt möglich und sinnvoll ist. Der Fokus sollte stattdessen vermehrt auf die Erforschung der Interaktion der verschiedenen Gehirnareale in ihren Netzwerken gesetzt werden. Vor dem Hintergrund der beschriebenen Einschränkungen der aktuellen funktionellen bildgebenden Technik sind auch plakative populärwissenschaftliche Erkenntnisse der Neurowissenschaften (z.B. "freier Wille- eine Illusion"), welche in letzter Zeit gerne als Titelgeschichten in Printmedien veröffentlicht werden und oft mit beigefügtem fMRT-Scan als „Beweis“ versehen sind, kritisch zu reflektieren.

Die vorliegende Arbeit untersuchte die neuronalen Korrelate moralischen Urteilens bei gesunden Menschen. Sie kann damit Grundlage sein für die Erforschung der

potentiellen neuronalen Korrelate neurologisch-psychiatrischer Störungen, welche mit einer Änderung moralischen Verhaltens einhergehen, wie zum Beispiel der Frontotemporalen Demenz (FTD) oder der Dissozialen Persönlichkeitsstörung. Aufgrund der bisherigen geringen Erkenntnisse über Genese und Pathomechanismen dieser Verhaltensstörungen ist weitere Forschung auf diesem Gebiet vonnöten um diagnostische und möglicherweise therapeutische Maßnahmen zu verbessern. Unter Berücksichtigung der beschriebenen Einschränkungen der jeweiligen Untersuchungstechnik kann es zukünftigen Studien gelingen, durch Auswahl geeigneter technischer Mittel und deren Kombination, sowie umsichtig gestalteter Paradigmen ein besseres Verständnis dieser Erkrankungen zu ermöglichen.

## 8. Literatur

- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Neuroscience*, 4, 165-178.
- Aguirre, G. K., & D'Esposito, M. (2000). Experimental design for brain fMRI. In C. Moonen & T. W. Bandettini (Eds.), *Functional MRI*, (pp. 369-380). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Allison, T., Puce, A., & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 267-278.
- Allott, R. (1989). *The Motor Theory of Language Origin*. Lewes: Book Guild.
- Allott, R. (1991). Objective Morality. *Journal of Social and Biological Structures*, 14(4), 455-471.
- Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 268-277.
- Anderson, S. W., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature neuroscience*, 2(11), 1032- 1037.
- Ashburner, J. & Friston, K. J. (2000). Image registration. In C.T.W. Moonen & P. A. Bandettini (Eds.), *Functional MRI* (pp. 285-299). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Bandura, A. (1969). *Principles of behaviour modification*. New York: Holt, Reinhart & Winston.
- Bandura, A. (1971). *Psychological Modelling: Conflicting theories*. Chicago: Aldine & Atherton.
- Bandura, A. (1976). *Lernen am Modell. Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie*. Stuttgart: Klett.
- Barrash, J., Tranel, D., & Anderson, S. W. (2000). Acquired Personality Disturbances Associated With Bilateral Damage to the Ventromedial Prefrontal Region. *Developmental Neuropsychology*, 18, 355-381.
- Beck, A. T. (1993). *Beck-Depressions-Inventar*, Deutsche Ausgabe, Bern: Hans Huber.
- Berger, H. (1938/39). Das Elektrenkephalogramm des Menschen. In: *Nova Acta Leopoldina*, Bd. 6, Nr. 38, S. 173-309.
- Berk, L. E. (2011). *Entwicklungspsychologie* (S.174-176). München: Pearson.
- Bischof-Köhler, D. (2012). Empathy and self-recognition in phylogenetic and ontogenetic perspective. *Emotion Review*, 4, 40-48.

- Brammer, M. J. (2001). Head motion and its correction. In P. Jezzard, P. M. Matthews, & S. M. Smith (Eds.), *Functional MRI: An introduction to methods* (pp. 243-250). New York: Oxford University Press Inc.
- Bzdok D., Schilbach L., Vogeley K., Schneider K., Laird A. R., Langner R., Eickhoff, S. B. (2012). Parsing the neural correlates of moral cognition: ALE meta-analysis on morality, theory of mind, and empathy. *Brain Struct. Funct.*, 217, 783–796.
- Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M. C., Mazziotta, J. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. *PNAS*, 100(9), 5497-5502.
- Casebeer, W. D. (2003). Moral cognition and its neural constituents. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 840-847.
- Collins, D. L., Neelin, P., Peters, T. M., & Evans, A. C. (1994). Automatic 3D intersubject registration of MR volumetric data in standardized Talairach space. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 18 (2), 192-205.
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: Clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264, 1102-1105.
- Darwin, C. (1871/1998). *The descent of man and selection in relation to sex*. Amherst, New York: Prometheus Books.
- Dawkins, R. (1976). *The selfish gene*. London: Oxford University Press.
- d' Holbach, P. H. T. (1770/1978). *System der Natur, oder von den Gesetzen der physischen und moralischen Welt*. Zwei Bände. Band 1. (1. Aufl.). Frankfurt/Main: Suhrkamp
- de Oliveira-Souza, R., Hare, R. D., Bramati, I. E., Garrido, G. J., Ignacio, F. A., Tovar-Moll, F., & Moll, J. (2008). Psychopathy as a disorder of the moral brain: fronto-temporo-limbic grey matter reductions demonstrated by voxel-based morphometry. *Neuroimage*, 40, 1202-1213.
- de Waal, F. (2006). *Primates and Philosophers. How Morality Evolved*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Donaldson, D. L., & Buckner, R. L. (2001). Effective paradigm design. In P. Jezzard, P. M. Matthews, & S. M. Smith (Eds.), *Functional MRI: An introduction to methods* (pp. 177-195). New York: Oxford University Press Inc.
- Edelmann, W. (2000). *Lernpsychologie*. (6.Aufl.). Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union.
- Eslinger, P. J. (1998). Neurological and Neuropsychological Bases of Empathy. *European Neurology*, 39, 193-199.

- Farrow, T. F., Zheng, Y., Wilkinson, I. D., Spence, S. A., Deakin, J. F., Tarrier, N., & Woodruff, P. W. (2001). Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness. *Neuroreport*, 12(11), 2433-2438.
- FeldmanHall, O., Mobbs, D., Dalgleish, T. (2014). Deconstructing the brain's moral network: dissociable functionality between the temporoparietal junction and ventromedial prefrontal cortex. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 297-306.
- Fink, G.R., Markowitsch, H.J., Reinkemeier, M., Bruckbauer, T., Kessler, J., Heiss, W.-D. (1996) Cerebral representation of one's own past: neural networks involved in autobiographical memory, *J Neurosci*, 16, 4275-82.
- Fletcher, P. C., Frith, C. D., Baker, S. C., Shallice, T., Frackowiak, R. S. J., & Dolan, R. J. (1995). The Mind's Eye - Precuneus Activation in Memory-Related Imagery. *NeuroImage*, 2, 195-200.
- Foot, P. (1978). *Virtues and Vices*. (pp. 19-32). University of California Press, Berkeley.
- Freud, S. (1923/1969). *Das Ich und das Es*. In S. Freud, *gesammelte Werke Bd. XIII.*, (6. Aufl.), (S. 235-289). Frankfurt/Main: Fischer.
- Friston, K. J., Josephs, O., Rees, G. & Turner, R. (1998). Nonlinear eventrelated responses in fMRI. *Magnetic Research in Medicine*, 39, 41-52.
- Friston, K. J., Zarahn, E., Josephs, O., Henson, R. N., & Dale, A. M. (1999). Stochastic designs in event-related fMRI. *Neuroimage*, 10, 607-619.
- Frith, U., & Frith, C. D. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50, 531-534.
- Gallagher, H. L., Happe, F., Brunswick, N., Fletcher, P. C., Frith, U., & Frith C. D. (2000). Reading the mind in cartoons and stories: An fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 38, 11-21.
- Gehlen, A. (1986). *Anthropologische und sozialpsychologische Untersuchungen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Gert, Bernard (2005). *Morality: Its Nature and Justification* (Revised Edition). New York: Oxford University Press.
- Gibbs, J. C. (1977). Kohlberg's stages of moral development: A constructive critique. *Harvard Educational Review*, 47, 43-61.
- Grafman, J., Schwab, K., Warden, D., Pridgen, A., Brown, H. R., & Salazar, A. M. (1996). Frontal lobe injuries, violence, and aggression: a report of the Vietnam Head Injury Study. *Neurology*, 46, 1231-1238.
- Greene, J., Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 517-523.

- Greene, J. D., Sommerville R. B., Nystrom, L. E., Darley J. M., & Cohen, J. D. (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgement. *Science*, 293, 2105- 2108.
- Greve, W. (2007). Die Entwicklung von Moral – Ursachen und Gründe. In: C. Hopf, G. Nunner-Winkler, (Hrsg.) *Frühe Bindungen und moralische Entwicklung. Aktuelle Befunde zu psychischen und sozialen Bedingungen moralischer Eigenständigkeit*. (S. 245-272). Weinheim und München: Juventa Verlag.
- Gusnard, D. A., & Raichle, M. E. (2001). Searching for a baseline: functional imaging and the resting human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 685-694.
- Gusnard, D. A., Akbudak, E., Shulman, G. L., & Raichle, M. E. (2001). Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 98 (7), 4259-4264.
- Habermas, J. (1976). Moralentwicklung und Ich-Identität. In J. Habermas (Hrsg.), *Zur Rekonstruktion des historischen Materialismus* (S. 63-91). Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Haidt, J. (2001). The emotional dog and its rational tail: A social intuitionist approach to moral judgment. *Psychological Review*, 108, 814-834.
- Haidt, J., & Joseph, C. (2007). The moral mind: How 5 sets of innate moral intuitions guide the development of many culture-specific virtues, and perhaps even modules. In P. Carruthers, S. Laurence, and S. Stich (Eds.) *The Innate Mind*, Vol. 3., (S. 367-391). New York: Oxford.
- Haidt, J., & Kesebir, S. (2010). Morality. In S. Fiske, D. Gilbert, & G. Lindzey (Eds.) *Handbook of Social Psychology* (pp. 797-832). Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Harenski, C. L., Antonenko, O., Shane, M. S., & Kiehl, K. A. (2010). A functional imaging investigation of moral deliberation and moral intuition. *NeuroImage*, 49, 2707-2716.
- Harenski, C. L., & Hamann, S. (2006). Neural correlates of regulating negative emotions related to moral violations. *Neuroimage*, 30(1), 313-324.
- Harlow, J. M. (1868). Recovery from the passage of an iron bar through the head. *Publications of the Massachusetts Medical Society*, 2, 327-347.
- Hauser, M. D. (2006) *Moral minds*. New York: Harper Collins.
- Heekeren, H. R., Wartenburger, I., Schmidt, H., Schwintowski, H. P., & Villringer, A. (2003). An fMRI study of simple ethical decision-making. *Neuroreport*, 14(9), 1215-1219.
- Henson, R. N. A., Buechel, C., Josephs, O., & Friston, K. (1999). The slice-timing problem in event-related fMRI. *NeuroImage*, 9, 125.



- Hoffmann, M. L. (1975). Developmental synthesis of affect and cognition and its implications for altruistic motivation. *Developmental Psychology*, 11, 607-622.
- Hoffmann, M. L. (2000). *Empathy and moral development: Implications for caring and justice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hopf, C., & Nunner-Winkler, G. (2007). *Frühe Bindungen und moralische Entwicklung. Aktuelle Befunde zu psychischen und sozialen Bedingungen moralischer Eigenständigkeit*. Weinheim und München: Juventa Verlag.
- Huebner, B., Dwyer, S., & Hauser, M. D. (2009). The role of emotion in moral psychology. *Trends in Cognitive Science*, 13, 1-6.
- Jenkinson, M., & Smith, S. M. (2001). A global optimisation method for robust affine registration of brain images. *Medical Image Analysis*, 5, 143-156.
- Johnson, S. C., Baxter, L. C., Wilder, L. S., Pipe, J. G., Heiserman, J. E., Prigatano, G. P. (2002). Neural correlates of self-reflection. *Brain*, 125, 1808– 1814.
- Kant, I. (1788/1968). *Kritik der Praktischen Vernunft*. Kopper, J. (Hrsg). Ditzingen: Reclam.
- Kaplan, J. T., Gimbel, S. I., Dehghani, M., Immordino-Yang, M. H., Sagae, K., Wong, J. D., & Damasio, A. (2016). Processing Narratives Concerning Protected Values: A Cross-Cultural Investigation of Neural Correlates. *Cerebral Cortex*, bhv325.
- Keller, M. (2005). Moralentwicklung und moralische Sozialisation. In: D. Horster, J. Oelkers (Hrsg.) *Pädagogik und Ethik* (S. 149-172). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kelley, W. M., Macrae, C. N., Wyland, C. L., Caglar, S., Inati, S., Heatherton, T. F., (2002). Finding the self? An event-related fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (5), 785– 794.
- Knauff, M., Fangmeier, T., Ruff, C. C., Johnson-Laird, P. N. (2003). Reasoning, models, and images: behavioral measures and cortical activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 559-573.
- Knobe J. (2005). Theory of mind and moral cognition: exploring the connections. *Trends in Cognitive Science*, 9, 357-359.
- Kohlberg, L. (1969). Stage and sequence: The cognitive-developmental approach to socialization. In: D. A. Goslin: *Handbook of socialization theory and research* (pp. 347-480). Chicago: Rand McNally.
- Kohlberg, L. (1981). *Essays on Moral Development, Vol. I: The Philosophy of Moral Development*. San Francisco, California: Harper & Row.
- Koster-Hale, J., Saxe, R., Dungan, J., & Young, L. L. (2013). Decoding moral judgments from neural representations of intentions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 5648-5653.

- Krebs, D. L. (1997). The forms and functions of real-life moral decision-making. *Journal of Moral Education*, 26, 131-145.
- Kuo, W. J., Sjostrom, T., Chen, Y. P., Wang, Y. H., & Huang, C.Y. (2009). Intuition and deliberation: two systems for strategizing in the brain. *Science*, 324, 519–522.
- Lane, R. D., Fink, G. R., Chua, P. M. & Dolan, R. (1997). Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport*, 8, 3969–3972
- Lehrl, S. (2005). Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest MWT-B. 5. Aufl. Balingen: Spitta Verlag.
- Logothetis, N.K., Wandell, B.A. (2004). Interpreting the BOLD signal. *Annu. Rev. Physiol.*;66,735–69
- Macmillan, M. (2000). Restoring Phineas Gage: A 150<sup>th</sup> Retrospective. *Journal of the History of the Neurosciences*, 9, 46-66.
- Maddock, R. J., Garrett, A. S., & Buonocore, M. H. (2003). Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task. *Human Brain Mapping*, 18, 30-41.
- McCabe, K., Houser, D., Ryan, L., Smith, V., & Trouard, T. (2001). A functional imaging study of cooperation in two-person reciprocal exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 11 832-11 835.
- Metzler, J. B. (2008). Metzler Lexion Philosophie. P. Prechtl, H.-P. Burkard (Hrsg.) 3. Auflage. Stuttgart/Weimar: Metzler.
- Miller, E. K., Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Bramati, I. E., & Grafman, J. (2002a). Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. *Neuroimage*, 16, 696-703.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., & Zahn, R. (2008). The neural basis of moral cognition. Sentiments, concepts and values. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 161-180.
- Moll, J., Eslinger, P. J., & de Oliveira-Souza, R. (2001). Frontopolar and anterior temporal cortex activation in a moral judgment task: preliminary functional MRI results in normal subjects. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 59 (3), 657- 664.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Eslinger, P. J., Bramati, I. E., Mourao-Miranda, J., Andreiuolo, P. A., & Pessoa, L. (2002b). The Neural Correlates of Moral Sensitivity: A Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation of Basic and Moral Emotions. *The Journal of Neuroscience*, 22 (7), 2730-2736.

- Montada, L. (1994). Die Sozialisation von Moral. In: K. A. Schneewind (Hrsg.) *Psychologie der Erziehung und Sozialisation. Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie. Band 1*. Göttingen: Hogrefe.
- Montada, L. (2008). Moralische Entwicklung und Sozialisation. In: R. Oerter, L. Montada (Hrsg.) *Entwicklungspsychologie* (S.573). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Narvaez, D. (2008). The Social-Intuitionist Model: Some Counter-Intuitions. In W. A. Sinnott-Armstrong (Ed.) *Moral Psychology, Vol. 2, The Cognitive science of morality: Intuition and diversity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nunner-Winkler, G. (1993). Die Entwicklung moralischer Motivation. In: W. Edelstein, G. Nunner-Winkler, G. Noam (Hrsg.) *Moral und Person*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Nunner-Winkler, G. (1996). Moralisches Wissen – moralische Motivation – moralisches Handeln: Entwicklungen in der Kindheit. In: M. S. Honig, H. R. Leu, U. Nissen (Hrsg.) *Kinder und Kindheit. Soziokulturelle Muster – sozialisationstheoretische Perspektiven*. Band 7. Weinheim und München: Juventa Verlag.
- Nunner- Winkler, G. (2006). Moralbezogene Emotionen und Motive moralischen Handelns. In: N. Scarano, M. Suárez (Hrsg.) *Ernst Tugendhats Ethik. Einwände und Erwiderungen*. München: Verlag C. H. Beck.
- Nunner-Winkler, G., Meyer-Nikele, M., & Wohlrab, D. (2006). *Integration durch Moral. Moralische Motivation und Ziviltugenden Jugendlicher*. Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden.
- O'Doherty, J., Kringelbach, M.L., Rolls, E.T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 4, 95-102.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005) The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Science*, 9, 242-249.
- Ochsner, K. N., Beer, J. S., Robertson, E. R., Cooper, J. C., Gabrieli, J. D., Kihlstrom, J. F., & D'Esposito, M. (2005). The neural correlates of direct and reflected self-knowledge. *Neuroimage*, 28, 797-814.
- O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 4(1), 95-102.
- Parsons, T. (1952/1968). Das Über-Ich und die Theorie der sozialen Systeme. In: T. Parsons: *Sozialstruktur und Persönlichkeit* (S. 25-45). Frankfurt: Europäische Verlagsanstalt.
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *Neuroimage*, 16, 331-348.

- Piaget, J. (1932/1973). *Das moralische Urteil beim Kinde*. Frankfurt/Main.
- Pujol, J., Reixach, J., Harrison, B. J., Timoneda-Gallart, C., Vilanova, J. C., & Perez-Alvarez, F. (2007). Posterior cingulate activation during moral dilemma in adolescents. *Human Brain Mapping*, 29, 910-921.
- Raine, A., Lencz, T., Bihrl, S., LaCasse, L., Colletti, P. (2000). Reduced prefrontal gray matter volume and reduced autonomic activity in antisocial personality disorder. *Arch. Gen. Psychiatry*, 57, 119-127.
- Raiser, T. (2007). *Grundlagen der Rechtssoziologie* (S. 189-195). Tübingen: Mohr, Siebeck.
- Ratiu, P., Talos, I. F., Haker, S., Lieberman, D., & Everett, P. (2004). The tale of Phineas Gage, digitally remastered. *Journal of Neurotrauma*, 21, 637-643.
- Rolls, E. T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55, 11-29.
- Sabatinelli, D., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., & Lang, P. J. (2005). Parallel amygdala and inferotemporal activation reflect emotional intensity and fear relevance. *NeuroImage*, 24, 1265-1270.
- Saver, J. L., & Damasio, A. R. (1991). Preserved access and processing of social knowledge in a patient with acquired sociopathy due to ventromedial frontal damage. *Neuropsychologia*, 29, 1241-1249.
- Saxe R., & Wexler A. (2005). Making sense of another mind: The role of the right temporo-parietal junction. *Neuropsychologia*, 43, 1391-1399.
- Smith, S. M. (2001). Preparing fMRI data for statistical analysis. In P. Jezzard, P. M. Matthews, & S. M. Smith (Eds.), *Functional MRI: An introduction to methods* (pp. 229-241). New York: Oxford University Press Inc.
- Sommer, M., Doehnel, K., Sodian, B., Meinhardt, J., Thoermer, C., & Hajak, G. (2007). Neural correlates of true and false belief reasoning. *NeuroImage*, 35, 1378-1384.
- Svoboda E., McKinnon, M. C., & Levine B. (2006). The functional neuroanatomy of autobiographical memory: a meta-analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2189-2208.
- Takahashi H., Yahata N., Koeda M., Matsuda T., Asai K., & Okubo Y. (2004). Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *Neuroimage*, 23, 967-74.
- Talwar, V., & Lee, K. (2008). Social and cognitive correlates of children's lying. *Child Development*, 79(4), 866-881.
- Tanji, J. & Hoshi, E. (2001). Behavioral planning in the prefrontal cortex. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 11, 164-170.

- The Lund and Manchester Groups (1994). Consensus statement. Clinical and neuropathological criteria for fronto-temporal dementia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 4, 416-418.
- Thomson, J. J., (1986). *Rights, Restitution and Risk*. Harvard University Press, Cambridge. 94-116.
- Trivers, R. L. (1976). *The evolution of reciprocal altruism*. The Quarterly Review of Biology. Vol. 46., No. 1, Chicago: Chicago University Press. 35-57.
- Turiel, E. (1983). *The Development of social knowledge. Morality and convention*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vogeley, K., Bussfeld, P., Newen, A., Herrmann, S., Happé, F., Falkai, P., Zilles, K. (2001). Mind Reading: Neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *NeuroImage*, 14, 170-181.
- Vogt, B. A. (2005). Pain and emotion interactions in subregions of the cingulate gyrus. *Nature Review of Neuroscience*. 6, 533–545.
- Völlm, B. A., Taylor, A. N. W., Richardson, P., Corcoran, R., Stirling, J., McKie, S., Elliot, R. (2006). Neuronal correlates of theory of mind and empathy: A functional magnetic resonance imaging study in a nonverbal task. *NeuroImage*, 29, 90-98.
- Wagner, U., N'Diaye, K., Ethofer, T., & Vuilleumier, P. (2011). Guilt-Specific Processing in the Prefrontal Cortex. *Cerebral Cortex*, 21, 2461-2470.
- Walker, L. J. (1988). The development of moral reasoning. *Annals of Child Development*, 5, 842-858.
- Werner, M. H. (2006). Moral. In: J.-P. Wils, C. Hübenal, (Hrsg.): *Lexikon der Ethik*. (S. 239-248). Paderborn: F. Schöningh.
- Yang, Y., Raine, A., Lencz, T., Bihle, S., LaCasse, L., Colletti, P. (2005). Volume reduction in prefrontal gray matter in unsuccessful criminal psychopaths. *Biological Psychiatry* 57, 1103-1108.
- Young, L., & Koenigs, M. (2007). Investigating emotion in moral cognition: a review of evidence from functional neuroimaging and neuropsychology. *British Medical Bulletin*, 84, 69-79.
- Yussen, S. R. (1976). Moral reasoning from the perspective of others. *Child Development*, 48, 551-555.
- Zahn, R., Moll, J., Paiva, M., Garrido, G., Krueger, F., Huey E., D., & Grafman, J. (2009). The neural basis of human social values: evidence from functional MRI. *Cerebral Cortex*, 19, 276-83.

## 9. Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <i>Abbildung 1</i> Gehirnareale assoziiert mit moralischem Urteilen. Modifiziert, aus Greene & Haidt (2002).....  | 26 |
| <i>Abbildung 2.1</i> moralisches Konflikttrial (Beispiel). Bild 1 Szenario, Bild 2 Antwortalternativen, Bild 3 Eingabeaufforderung.....   | 33 |
| <i>Abbildung 2.2</i> neutrales Konflikttrial (Beispiel). Bild 1 Szenario, Bild 2 Antwortalternativen, Bild 3 Eingabeaufforderung.....   | 34 |
| <i>Abbildung 3</i> Designmatrix. Graphische Darstellung der Hauptregressoren für die Konditionen moralisch und neutral sowie der Rotations- und Translationskovariaten im zeitlichen Verlauf..... | 41 |
| <i>Abbildung 4.1</i> Mehraktivierung der Bedingung moralisch > neutral im Gyrus frontalis superior bil. (BA 9) projiziert auf ein Standardgehirn.....   | 45 |
| <i>Abbildung 4.2</i> Mehraktivierung der Bedingung moralisch > neutral im Gyrus temporalis medius bil. (BA 21).....   | 45 |
| <i>Abbildung 4.3</i> Mehraktivierung der Bedingung moralisch > neutral im Precuneus bil. (BA 7, 31), Gyrus cinguli posterior bil.....   | 46 |
| <i>Abbildung 4.4</i> Mehraktivierung der Bedingung moralisch > neutral im Thalamus bil. ....  | 46 |
| <i>Abbildung 4.5</i> Mehraktivierung bei unmoralischer Antwort > moralischer Antwort im Bereich des Corpus amygdaloideum.....   | 47 |

## 10. Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabelle 1</i> Deskriptive Statistik der Probandengruppe. Alter, sprachbasierter Intelligenzquotient (MWT-B), Beck Depressions Inventar.....  | 30 |
| <i>Tabelle 2.1</i> Statistik der Antworthäufigkeiten für moralische und unmoralische Antwort bei moralischen Konflikten.....  | 42 |
| <i>Tabelle 2.2</i> Deskriptive Statistik des Ratings der Konflikte hinsichtlich Gefühl und Sicherheit bei der Beantwortung mittels einer 5-stufigen Skala .....   | 43 |
| <i>Tabelle 2.3</i> Vergleichende Statistik des Ratings der Konflikte (Wilcoxon Test) .....  | 43 |
| <i>Tabelle 2.4</i> Areale mit Mehraktivierung in moralischer Bedingung gegenüber neutraler Bedingung. Broadmann Areal, Peak MNI- Koordinaten, Z-Wert, Clustergröße und p-Wert.....  | 44 |
| <i>Tabelle 2.5</i> Mehraktivierung im Bereich des Corpus amygdaloideum im Kontrast unmoralischer Beantwortung gegenüber moralischer Beantwortung. Broadmann Areal, Peak MNI- Koordinaten, Z-Wert, Clustergröße und p- Wert..... | 47 |

## 11. Anhang

### Anlage 1: Stimuli (Auswahl)

| Konflikt   | Antwortalternative  |
|--|---|
| Moralische Konflikte   |   |
| Ein Freund interessiert sich für ein altes Computerspiel, das ich nicht mehr benutze. Ich verspreche, es ihm nächste Woche für 20 € zu verkaufen. Am selben Tag treffe ich einen Bekannten, der mir das Spiel für 80€ abkaufen will.<br>Wie verhalte ich mich?           | Verkaufe an Freund<br>Verkaufe an Bekannten                                     |
| Ich bin in einem Club, der an diesem Abend sehr voll ist. Ich habe endlich ein Getränk und bemerke, dass der Barkeeper mir 10 Euro zu viel herausgegeben hat. Um das Geld zurückzugeben müsste ich mich noch einmal in der Schlange anstellen.<br>Wie verhalte ich mich? | Behalte Geld<br>Gebe Geld zurück  |
| Auf der Straße sehe ich, wie eine alte Frau stolpert und ihre Einkäufe auf den Boden rollen. Neben an sehe ich meinen Bus stehen, der nur alle 2 Stunden fährt. Außer der Frau bin ich der einzige Mensch in der Umgebung.<br>Wie verhalte ich mich?                     | Helfe der alten Frau<br>Nehme den Bus   |
| Ich finde abends auf der Strasse einen Geldbeutel mit 50€ ohne persönliche Dokumente. Ich habe keine Möglichkeit den Besitzer ausfindig zu machen. Ich könnte den Geldbeutel aber im Fundamt abgeben.<br>Wie verhalte ich mich?  | Gebe Geldbeutel ab<br>Behalte Geldbeutel  |
| Ich will unbedingt den Bus erwischen um rechtzeitig zu einem wichtigen Termin zu Hause zu sein. Kurz bevor der Bus abfährt, springt die Fußgängerampel auf rot. Auf der anderen Straßenseite warten Kindergartenkinder.<br>Wie verhalte ich mich?                        | Gehe bei Rot<br>Bleibe stehen   |
| Ich habe meine Ausbildung abgeschlossen und suche seit einiger Zeit Arbeit. Sämtliche Bewerbungen blieben jedoch bis jetzt erfolglos. Ich könnte meine Chancen erhöhen indem ich im Lebenslauf einige Dinge „beschönige“.<br>Wie verhalte ich mich?                      | Bewerbe mich mit richtigem Lebenslauf<br>Bewerbe mich mit geschönten Lebenslauf |
| In einer Annonce im Internet will ich meinen Computer verkaufen. Ich einigte mich mit dem Käufer auf einen Verkaufspreis von 320€. Der Käufer überweist mir allerdings 40€ zuviel, was dieser jedoch nicht bemerkt.<br>Wie verhalte ich mich?                            | Überweise die 40€ zurück<br>Behalte die 40€                                     |
| Ich möchte mein altes Auto verkaufen. Ich weiß, dass der Kühler eigentlich dringend ausgetauscht werden müsste. Ein Mann, der das Problem mit dem Kühler nicht entdeckt, will einen guten Preis sofort bar bezahlen.<br>Wie verhalte ich mich?                           | Berichte Defekt<br>Verschweige Defekt   |



| Konflikt   | Antwortalternative   |
|--|--|
| Neutrale Konflikte   |  |
| Ich möchte noch schnell zum Geschirr passende weiße Servietten für das Essen am Abend besorgen. Im Laden finde ich aber nur rote. Ich könnte noch zu einem etwa 15 Minuten entfernten anderen Geschäft gehen.<br>Wie verhalte ich mich?                              | Kaufe die roten Servietten<br>Gehe zu anderem Laden        |
| Ich möchte zu Abend essen. Als ich den Tisch decke fällt mir auf, dass ich vergessen habe ein frisches Brot einzukaufen. Ich habe noch eine Packung Toast, die ich essen könnte oder ich könnte im Laden um die Ecke noch ein Brot kaufen.<br>Wie verhalte ich mich? | Kaufe Brot<br>Esse Toast                                   |
| Ich will mir eine Jacke kaufen. In einem Laden finde ich eine Jacke für 170€, die mir sehr gut gefällt. In einem anderen Laden sehe ich die gleiche Jacke für 120€, sie hat aber am Ärmel einen sichtbaren Fehler.<br>Wie verhalte ich mich?                         | Kaufe die billigere Jacke<br>Kaufe die teurere Jacke       |
| Den ganzen Tag war ich in der Arbeit müde und habe mir fest vorgenommen heute eher schlafen zu gehen. Um 23.15 Uhr fängt ein Film an, der sehr spannend ist. Der morgige Arbeitstag wird sicher sehr anstrengend.<br>Wie verhalte ich mich?                          | Gehe ins Bett<br>Sehe Film an                              |
| Zu meinem Arbeitsplatz fahren die langsame Buslinie A und die schnellere Buslinie B. An der Bushaltestelle kommt ein Bus der Linie B, der allerdings sehr überfüllt ist. 5 Minuten später würde ein Bus der Linie A kommen.<br>Wie verhalte ich mich?                | Nehme den überfüllten Bus<br>Warte auf den langsameren Bus |
| Ich möchte mir für meinen übermorgen beginnenden Urlaub eine Digitalkamera kaufen. Die von mir favorisierte Kamera kostet 250€. In einem Internetversandhaus kostet die Kamera nur 150€, würde jedoch eine Woche Lieferzeit benötigen.<br>Wie verhalte ich mich?     | Kaufe im Internet<br>Kaufe sofort                          |
| Nach einem langen Arbeitstag möchte ich mir zum Abendessen einen kleinen Salat machen. Ich stelle jedoch fest, dass ich kein Gemüse mehr zu Hause habe. Ein Supermarkt wäre ungefähr 5 Minuten von meiner Wohnung entfernt.<br>Wie verhalte ich mich?                | Kaufe noch Salat<br>Esse keinen Salat                      |
| Ich ziehe aus einer Mietwohnung aus und muss diese ausweißeln. Ich könnte dies selber in zwei Tagen machen. Ein befreundeter Maler macht mir jedoch ein Angebot dies an einem Tag für 100 € zu erledigen.<br>Wie verhalte ich mich?                                  | Weißele selbst<br>Beauftrage Maler                         |
| Ich gehe spazieren und komme an einer Eisdiele vorbei. Ich entscheide mich für zwei verschiedene Sorten Eis. Der Verkäufer fragt mich ob ich diese im Becher oder in der Waffel haben möchte.<br>Wie verhalte ich mich?  | Nehme Becher<br>Nehme Waffel                               |

## Anlage 2: Ratingfragebogen (Beispiel)

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>Ich will unbedingt den Bus erwischen um rechtzeitig zu einem wichtigen Termin zu Hause zu sein. Kurz bevor der Bus abfährt, springt die Fußgängerampel auf rot. Auf der anderen Straßenseite warten Kindergartenkinder.</p> <p>Wie verhalte ich mich?</p>                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p><input type="radio"/> Gehe bei Rot</p> <p><input type="radio"/> Bleibe stehen</p>  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Wie fühle ich mich bei meiner Entscheidung?</p> <p>Sehr schlecht      <input type="radio"/> 1      ---      <input type="radio"/> 2      ---      <input type="radio"/> 3      ---      <input type="radio"/> 4      ---      <input type="radio"/> 5      Sehr gut</p>        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Wie sicher bin ich mir mit meiner Entscheidung?</p> <p>Sehr unsicher      <input type="radio"/> 1      ---      <input type="radio"/> 2      ---      <input type="radio"/> 3      ---      <input type="radio"/> 4      ---      <input type="radio"/> 5      Sehr sicher</p> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>Ich ziehe aus einer Mietwohnung aus und muss diese ausweißen. Ich könnte dies selber in zwei Tagen machen. Ein befreundeter Maler macht mir jedoch ein Angebot dies an einem Tag für 100 € zu erledigen.</p> <p>Wie verhalte ich mich?</p>                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p><input type="radio"/> Weiße selbst</p> <p><input type="radio"/> Beauftrage Maler</p>   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Wie fühle ich mich bei meiner Entscheidung?</p> <p>Sehr schlecht      <input type="radio"/> 1      ---      <input type="radio"/> 2      ---      <input type="radio"/> 3      ---      <input type="radio"/> 4      ---      <input type="radio"/> 5      Sehr gut</p>        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <p>Wie sicher bin ich mir mit meiner Entscheidung?</p> <p>Sehr unsicher      <input type="radio"/> 1      ---      <input type="radio"/> 2      ---      <input type="radio"/> 3      ---      <input type="radio"/> 4      ---      <input type="radio"/> 5      Sehr sicher</p> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## Anlage 3: Einverständniserklärung

Einverständniserklärung für die Teilnahme an einer  
(funktionellen) Magnetresonanztomographie (fMRT)

Liebe Versuchspersonen,

beantworten Sie bitte die folgenden Fragen, um eventuelle Einschränkungen oder Gegenanzeigen bezüglich für die Kernspintomographie auszuschließen.

Name: .....

Geburtsdatum: .....

Körpergewicht: .....

Händigkeit: .....

1. Haben Sie Metallteile in Ihrem Körper? ja ☐ nein ☐  
(z.B.: Spirale, Gefäßclips, Granatsplitter, Piercing, Zahnsperre,  
Hörgerät, Herzschrittmacher, künstliche Gelenke, Knochenschrauben)
2. Wurden Sie an Herz oder Kopf operiert? ja ☐ nein ☐
3. Leiden Sie unter Platzangst? ja ☐ nein ☐
4. Für **Patientinnen**: Könnten Sie schwanger sein?  
ja ☐ nein ☐ vielleicht ☐

Bevor Sie den Untersuchungsraum betreten legen Sie bitte Uhren, Schmuck, Wertgegenstände, Geldbeutel, Schlüsselbund, Magnetkarten, Kugelschreiber, Kleingeld oder sonstige Gegenstände aus Metall ab!

Ich bin mit der Teilnahme an der fMRT einverstanden bin.

Ich wurde über mögliche Gegenanzeigen informiert.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift der aufklärenden Fachkraft

.....  
Unterschrift der Versuchsperson

Anlage 4: Versuchspersonen Stammdaten (Seite 1)

Datum:

**Versuchspersonendaten I**

Name:

Vorname:

Geb. Dat.:

Geschlecht:

☐ weiblich    ☐ männlich

Händigkeit:

☐ rechts    ☐ links    ☐ beide

Familienstand:

☐ ledig  
☐ in Partnerschaft lebend  
☐ verheiratet  
☐ geschieden  
☐ verwitwet

Schulbildung:

☐ Hauptschule  
☐ Realschule  
☐ (Fach-) Abitur  
☐ (Fach-) Hochschule  
☐ kein Abschluss  
☐ Keine Angabe

Beruf:

☐ in Ausbildung  
☐ berufstätig  
☐ Arbeitslos  
☐ Berentet  
☐ Keine Angabe

Waren Sie schon einmal in psychiatrischer oder neurologischer Behandlung?

☐ ja, wegen: \_\_\_\_\_  
☐ nein

## Anlage 4: Versuchspersonen Stammdaten (Seite 2)

**Versuchspersonendaten II**

Hinweis: Alle von Ihnen gemachten Daten werden vertraulich behandelt.

1. In welchem Land sind sie aufgewachsen?

- ☐ Deutschland  
☐ anderes Land: \_\_\_\_\_

2. Welches Land würden Sie als ihr Heimatland bezeichnen?

- ☐ Deutschland  
☐ anderes Land: \_\_\_\_\_

3. Haben Sie jemals Seminare / Vorlesungen / Bücher zum Thema Moral bzw. Moralphilosophie besucht bzw. gelesen?

- ☐ nein  
☐ ja, folgende: \_\_\_\_\_

4. Welcher Glaubensrichtung gehören Sie an?

- ☐ Christentum  
☐ andere Glaubensrichtung: \_\_\_\_\_  
☐ keiner

5. Als wie religiös würden Sie sich selbst beschreiben?

Gar nicht religiös      etwas      durchschnittlich      sehr religiös      sehr stark

☐ ----- ☐ ----- ☐ ----- ☐ ----- ☐

---

## **Danksagung**

Allen voran möchte ich Herrn Prof. Dr. Helmfried E. Klein und Herrn Prof. Dr. Göran Hajak der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universität Regensburg dafür danken, mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht zu haben. Mein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. Monika Sommer und Herrn Dr. Christoph Rothmayr sowie der Arbeitsgruppe des Clinical Neuroscience Center for Emotions and Social Cognition der Universität Regensburg für die Unterstützung, die fruchtbaren Diskussionen und enge Betreuung bei der Durchführung der Studie und bei der Ausarbeitung dieses Manuskriptes. Gleichwohl danke ich allen Versuchspersonen, die sich und ihre Zeit unentgeltlich für diese Studie zur Verfügung gestellt haben. Auch bei meinen schulischen Lehrern – und ganz besonders Herrn Ferdinand Beer – möchte ich mich für seinen hervorragenden Unterricht und das Erwecken meines Forschungsinteresses in den Naturwissenschaften bedanken. Und schließlich möchte ich mich bei meiner Familie Daria, Michael und Niki ganz herzlich bedanken. Ohne eure Unterstützung und Liebe wären meine Ausbildung und in Konsequenz auch diese Arbeit nicht möglich gewesen. Danke.